Rural em Foco

Edur
UFRRJ

Pesquisas no Jardim Botânico da UFRRJ

Organizadores:
Ivo Abraão Araújo da Silva, Marcos Gervásio Pereira e Silvia Aparecida Martim

Pesquisas no Jardim Botânico da UFRRJ

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO

Reitor
Roberto de Souza Rodrigues

Vice-Reitor
César Augusto Da Ros

Pró-Reitora de Pesquisa e Pós-Graduação
Lucia Helena Cunha dos Anjos

Pró-Reitor Adjunto de Pesquisa e Pós-Graduação
João Márcio Mendes Pereira

EDITORA DA UNIVERSIDADE FEDERAL
RURAL DO RIO DE JANEIRO

Conselho Editorial
Yllan de Mattos Oliveira (Coordenador),
Affonso Henrique Vieira da Costa,
Claudia Job Schmitt,
Hailton Pinheiro de Souza Junior,
Maria das Graças Santana Salgado,
Maria Veronica Leite Pereira Moura,
Marisa Fernandes Mendes,
Patrícia Reinheimer,
Sérgio Manuel Serra da Cruz.

Coordenação Administrativa
Daniel Corban Rodrigues

Pesquisas no Jardim Botânico da UFRRJ

EDITORA DA UNIVERSIDADE RURAL
Seropédica
2022

Alexandre Fernandes Bamberg de Araújo
Anna Luiza de Sousa Oliveira
Argemiro Sanavria
Carlos Roberto Pinheiro Junior
Carolina Marotta Ribeiro
Clara Maria Rangel de Freitas Moreira
Daniel V. Figueiredo
Delci de Deus Nepomuceno (*In memorian*)
Denise Monte Braz
Douglas Siqueira de Almeida Chaves
Douglath Alves Corrêa Fernandes
Emanuel José Gomes de Araújo
Gabriel Lins dos Santos
Gabrielle Carvalho Rangel
Gilmar Ferreira Vita
Gustavo Candido da Silva Rodrigues
Iasmin Guedes Netto
Iohann Soares de Souza Lima
Isabele da Costa Angelo
Ivana de Mello Campos
Ivo Abraão Araújo da Silva (Organizador)
Jayna Eloy da Rocha
Jefferson Azeredo da Silva
João Carlos de Carvalho Almeida
João Henrique Gaia Gomes
Joecildo Francisco Rocha
Keila Cristine B. S. Sardinha
Larissa Clara da Silva
Laurine Cristina Paulo da Silva
Lilian de Andrade Brito
Luiz Alberto da Silva Rodrigues Pinto
Márcia Cristina C. de Oliveira
Marco Andre Alves de Souza
Marco Antonio Monte
Marcos Bacis Ceddia
Marcos Gervasio Pereira (Organizador)
Maria do Carmo de Araujo Fernandes
Maria Mercedes Teixeira da Rosa
Maria Veronica Leite Pereira Moura
Mariana Martins da Costa Quinteiro
Martin de Oliveira Freire
Melania Merlo Ziviane
Nivaldo Schultz
Nivea Dias dos Santos
Olivia Zen Gianfrancisco
Pedro Vaz da Rocha
Rachel Louise Silva de Arruda
Rafael Ribeiro Pimentel
Rafaela Martins da Silva
Raissa Nascimento dos Santos
Ramon Guedes de Oliveira
Rejane Gomes-Pimentel
Rosane Nora Castro
Sandra Maria Gomes Thome
Sandra Santana de Lima
Silvia Aparecida Martim (Organizadora)
Stephany da Silva Guilherme
Thainá Alves dos Santos
Thales Costa de Lima
Thiago Sampaio de Souza
Wilbert Valkinir Cabreira

Todos os direitos desta edição reservados à Editora da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. É proibida a duplicação ou reprodução deste volume, ou de parte do mesmo, sob quaisquer meios, sem autorização expressa da Editora.

Preparador de originais *Daniel Corban Rodrigues*

Projeto, diagramação e capa *Theo Moraes da Silva*

Supervisor de revisão *Daniel Corban Rodrigues*

Revisão *Brenda Costa da Silva*

Leitura de prova *João Paulo de Abreu Almeida Costa e Póvoa*

UFRRJ / Biblioteca Central / Divisão de Processamentos Técnicos
Bibliotecária: Eliane Maricá Soares (CRB 5876/7)

P474	Pesquisas no Jardim Botânico da UFRRJ [recurso eletrônico] / Ivo Abraão Araújo da Silva, Marcos Gervasio Pereira, Silvia Aparecida Martim (orgs.) - Seropédica: Ed. da UFRRJ, 2022. Modo de acesso: Internet. Inclui bibliografias. ISBN: 978-65-86859-19-5 1. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Jardim Botânico. 2. Educação ambiental – Seropédica (RJ). 3. Árvores – Seropédica (RJ). 4. Plantas – Seropédica (RJ). 5. Plantas medicinais - Seropédica (RJ). 6. Plantas e solo – Seropédica (RJ). 7. Relação inseto – planta - Seropédica (RJ). I. Silva, Ivo Abraão Araújo da. II. Pereira, Marcos Gervasio. III. Martim, Silvia Aparecida. IV. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. V. Título. CDD 581.98153

EDUR
Editora da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
BR 465, Km. 7, Seropédica – RJ - CEP: 23.897-000
Telefone: (21) 2681-4711
Site: https://editora.ufrrj.br/
E-mail: edur@ufrrj.br

Associação Brasileira
das Editoras Universitárias

APRESENTAÇÃO

O Jardim Botânico da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, assim como outros de sua categoria, tem como proposta o desenvolvimento de atividades voltadas à educação (principalmente, educação ambiental), extensão e pesquisa. De acordo com a Resolução CONAMA nº 339, de 25 de setembro de 2003, no Art. 2º são estabelecidos os objetivos dos jardins botânicos: "I - promover a pesquisa, a conservação, a preservação, a educação ambiental e o lazer compatível com a finalidade de difundir o valor multicultural das plantas e sua utilização sustentável". Atualmente o Jardim Botânico UFRRJ busca alcançar esses objetivos didaticamente, como um espaço multidisciplinar no suporte para realização de aulas teóricas e práticas de diferentes cursos da Instituição (e.g. Agronomia, Belas Artes, Ciências Biológicas, Ciências Sociais, Farmácia, Engenharia Florestal, Licenciatura em Ciências Agrícolas, Psicologia, Zootecnia entre outros) através do recebimento de alunos de diferentes segmentos de formação de escolas públicas e privadas para práticas de visitação guiada e desenvolvimentos de atividades voltadas para conscientização e educação ambiental. Além disso, oferece palestras, minicursos e oficinas, periodicamente, associadas a práticas e Eventos de Extensão Universitária.

No que diz respeito à pesquisa, o Jardim Botânico possui seu próprio Programa de Iniciação Científica (PROVERDE), cujo principal objetivo é estimular a prática de pesquisa em alunos e professores com projetos voltados ao desenvolvimento científico-estrutural do próprio Jardim Botânico. O PROVERDE possui caráter Institucional, viabilizado por recursos internos da UFRRJ através de ações da Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, representada na atualidade pela gestão dos Pró-Reitores Prof. Alexandre Fortes e Profa. Lucia dos Anjos. Além dos projetos de pesquisas vinculados ao PROVERDE, outros projetos são desenvolvidos através de parcerias e cooperação técnico-científicas que contribuem sinergicamente para o progresso do Jardim Botânico UFRRJ.

Foi com essa perspectiva que este livro teve sua idealização, com o intuito de disponibilizar para a comunidade externa e acadêmica informações a respeito das atividades de pesquisa desenvolvidas ou viabilizadas pelo Jardim Botânico UFRRJ. O potencial e a articulação que o Jardim Botânico UFRRJ possui nas práticas de ensino, pesquisa e extensão é exemplificado através da apresentação deste produto, que compila resultados dessas ações categorizados em seções temáticas por áreas afins: 1. Florística e Conservação, 2. Indicadores Edáficos e Biológicos, 3. Interações Ecoambientais, 4. Fitoquímica e Botânica Aplicada, 5. Educação Ambiental.

Grato pelo esforço e colaboração de todos os autores, assim como dos demais organizadores, espero que este livro cumpra seu papel didático-científico sem limites de disseminação e contribua para a construção de um olhar de relevância e faculdade dos jardins botânicos.

Prof. Ivo Abraão Araújo da Silva

Coordenador do Jardim Botânico UFRRJ

SUMÁRIO

O JARDIM BOTÂNICO DA UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO: HISTÓRIA, MISSÃO E CARACTERIZAÇÃO FÍSICA-BIOLÓGICA.....13

CAPÍTULO 1 - FLORÍSTICA E CONSERVAÇÃO.....18

1.1 BRIÓFITAS DO JARDIM BOTÂNICO DA UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO, SEROPÉDICA, RJ.....18

1.1.1 Resumo.....18

1.1.2 Introdução.....19

1.1.3 Material e métodos.....21

1.1.4 Resultados e discussão.....23

1.1.5 Conclusão.....32

1.2 DIVERSIDADE MORFOFUNCIONAL DAS ESTRUTURAS SECRETORAS FLORAIS EM ESPÉCIES DE MYRTEAE DC. (MYRTACEAE) DO ARBORETO DO JARDIM BOTÂNICO DA UFRRJ.....33

1.2.1 Resumo.....33

1.2.2 Introdução.....34

1.2.3 Material e métodos.....34

1.2.4 Resultados.....35

1.2.5 Discussão.....38

1.2.6 Conclusão.....40

1.3 MAPEAMENTO E INVENTÁRIO DO ARBORETO DO JARDIM BOTÂNICO DA UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO.....41

1.3.1 Resumo.....41

1.3.2 Introdução.....41

1.3.3 Material e métodos.....42

1.3.4 Resultados.....43

1.3.5 Discussão.....50

CAPÍTULO 2 - INDICADORES EDÁFICOS E BIOLÓGICOS.....52

2.1 MACROFAUNA INVERTEBRADA E ATRIBUTOS FÍSICOS E QUÍMICOS DO SOLO SOB DIFERENTES COBERTURAS VEGETAIS NO JARDIM BOTÂNICO DA UFRRJ.....52

2.1.1 Resumo.....52

2.1.2 Introdução.....53

2.1.3 Material e métodos.....54

2.1.4 Resultados.....57

2.1.5 Discussão.....61

2.1.6 Conclusão.....63

2.2 ATRIBUTOS EDÁFICOS EM UMA TOPOSSEQUÊNCIA NO JARDIM BOTÂNICO DA UFRRJ.....64

2.2.1 Resumo.....64

2.2.2 Introdução.....65

2.2.3 Material e métodos.....66

2.2.4 Resultados.....68

2.2.5 Discussão.....72

2.2.6 Conclusão.....73

2.3 DIVERSIDADE DA FAUNA EPÍGEA EM SERAPILHEIRA DE DIFERENTES ESPÉCIES NATIVAS NA FLORESTA ATLÂNTICA NO JARDIM BOTÂNICO DA UFRRJ.....74

2.3.1 Resumo.....74

2.3.2 Introdução.....75

2.3.3 Material e métodos.....76

2.3.4 Resultados.....78

2.3.5 Discussão.....81

2.3.6 Conclusão.....82

2.4 SOLOS DO JARDIM BOTÂNICO DA UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO.....83

2.4.1 Resumo.....83

2.4.2 Introdução.....84

2.4.3 Material e métodos.....86

2.4.4 Resultados.....86

2.4.5 Discussão.....90

2.5 DIFERENTES TONS DE CORES DE ESPÉCIES ARBÓREAS DO JARDIM BOTÂNICO DA UFRRJ.....92

2.5.1 Resumo....92
2.5.2 Introdução....93
2.5.3 Material e métodos....93
2.5.4 Resultados....94
2.5.5 Discussão....94
2.5.6 Conclusão....102
2.6 ATRIBUTOS QUÍMICOS, FÍSICOS E CARBONO ORGÂNICO TOTAL DE SOLO SOB ESPÉCIES ARBÓREAS E DA FAMÍLIA POACE OCORRENTES NO JARDIM BOTÂNICO DA UFRRJ....103
2.6.1 Resumo....103
2.6.2 Introdução....104
2.6.3 Material e métodos....105
2.6.4 Resultados....107
2.6.5 Discussão....110
2.6.6 Conclusão....111
2.7 DECOMPOSIÇÃO DE FOLHEDO DE ESPÉCIES ARBÓREAS DA MATA ATLÂNTICA....112
2.7.1 Resumo....112
2.7.2 Introdução....113
2.7.3 Material e métodos....113
2.7.4 Resultados....115
2.7.5 Discussão....118
2.7.6 Conclusão....119
CAPÍTULO 3- INTERAÇÕES ECOAMBIENTAIS....120
3.1 A RELAÇÃO PLANTA-INSETO: "ASTRAPEIA" E SEUS POLINIZADORES NO JARDIM BOTÂNICO DA UFRRJ....120
3.1.1 Resumo....120
3.1.2 Introdução....121
3.1.3 Material e métodos....121
3.1.4 Resultados....122
3.1.5 Discussão....129

3.2 ACANTHACEAE DO JARDIM BOTÂNICO DA UFRRJ: ASPECTOS REPRODUTIVOS E VISITANTES FLORAIS.....131

3.2.1 Resumo.....131

3.2.2 Introdução.....132

3.2.3 Material e métodos.....134

3.2.4 Resultados.....136

3.2.5 Discussão.....138

CAPÍTULO 4 - FITOQUÍMICA E BOTÂNICA APLICADA.....141

4.1 EFICÁCIA DE PLANTAS MEDICINAIS NO CONTROLE DE HELMINTOS DE ANIMAIS DE PRODUÇÃO.....141

4.1.1 Resumo.....141

4.1.2 Introdução.....142

4.1.3 Alguns aspectos importantes sobre a fitoterapia anti-helmíntica.....142

4.1.4 Conclusão.....151

4.2 CARACTERIZAÇÃO E USOS TERAPÊUTICOS DA COLEÇÃO DE PLANTAS MEDICINAIS DO JARDIM BOTÂNICO DA UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO PARA UTILIZAÇÃO NA MEDICINA VETERINÁRIA....152

4.2.1 Resumo.....152

4.2.2 Introdução.....153

4.2.3 Material e métodos.....154

4.2.4 Resultados e discussão.....155

4.3 AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE INIBITÓRIA DO EXTRATO HIDROALCOÓLICO DA ESPÉCIE *PSYCHOTRIA NUDA* (RUBIACEAE) SOBRE A FENOLOXIDASE TIROSINASE.....163

4.3.1 Resumo.....163

4.3.2 Introdução.....164

4.3.3 Material e métodos.....166

4.3.4 Resultados.....167

4.3.5 Discussão.....169

4.4 EFICÁCIA DE PLANTAS MEDICINAIS NO CONTROLE DO CARRAPATO *RHIPICEPHALUS (BOOPHILUS) MICROPLUS*.....172

4.4.1 Resumo.....172

4.4.2 Introdução.....173

4.4.3 Material e métodos.....174

4.4.4 Resultados e discussão.....178

4.4.5 Conclusões.....183

4.5 RECEITAS DO JARDIM: O LEVANTAMENTO DE PLANTAS ALIMENTÍCIAS NÃO CONVENCIONAIS E A IMPORTÂNCIA DA DIVERSIDADE E DO USO DESSAS ESPÉCIES.....185

4.5.1 Resumo.....185

4.5.2 Introdução.....186

4.5.3 Material e métodos.....187

4.5.4 Resultados.....188

4.4.5 Discussão.....192

CAPÍTULO 5 - EDUCAÇÃO AMBIENTAL.....194

5.1 O USO DE TRILHAS INTERPRETATIVAS GUIADAS COMO PROPOSTA PARA O ENSINO DE BOTÂNICA EM ESPAÇO NÃO FORMAL DE EDUCAÇÃO.....194

5.1.1 Resumo.....194

5.1.2 Introdução.....195

5.1.3 Material e métodos.....197

5.1.4 Resultados e discussão.....198

5.1.5 Conclusão.....203

5.2 ESPAÇO DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE E EDUCAÇÃO NÃO FORMAL: O JARDIM BOTÂNICO DA UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO.....205

5.2.1 Resumo.....205

5.2.2 Introdução.....206

5.2.3 Material e métodos.....208

5.2.4 Resultados.....209

5.2.5 Discussão.....213

AGRADECIMENTOS.....215

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....216

ÍNDICE DE TABELAS.....276

ÍNDICE DE FIGURAS.....280

O JARDIM BOTÂNICO DA UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO: HISTÓRIA, MISSÃO E CARACTERIZAÇÃO FÍSICA-BIOLÓGICA

Ivo Abraão Araújo da Silva & Gustavo Wyse Abaurre

a) *Uma síntese da história e natureza de atuação do Jardim Botânico Rural*

Fundado oficialmente em 09 de janeiro de 1980, por deliberação do Conselho Universitário (CONSU), o Jardim Botânico Rural, como é localmente conhecido, teve como seu primeiro coordenador o Professor José Lobão Guimarães (Prof. Lobão), na época pertencente à Área de Botânica do Instituto de Biologia, setor ao qual o Jardim Botânico foi inicialmente vinculado administrativamente. O Prof. Lobão foi o idealizador da criação do espaço, que já estava sob seus cuidados, através da coordenação das ações de campo, mesmo antes de se tornar o Jardim Botânico Rural (MOURA; BRAZ, 2012). Atualmente o Jardim Botânico Rural é um setor da Instituição ligado à Reitoria através da Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação.

Com objetivos iniciais de oferecer suporte didático e científico para aulas de variadas disciplinas da UFRRJ e atender à educação da comunidade em conhecimentos ambientais, o Jardim Botânico Rural percorreu uma trajetória de 32 anos no ensino, pesquisa e extensão para obtenção do registro oficial de sua designação como "Jardim Botânico". Esse registro foi concedido pela Comissão Nacional de Jardins Botânicos (CNJB) em reunião realizada no Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro nos dias 27 e 28 de fevereiro de 2012. A partir de então, o Jardim Botânico da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro é reconhecido pelo Ministério do Meio Ambiente com enquadramento na Categoria C, em atendimento à Resolução CONAMA nº 339, de 25 de setembro de 2003. Nessa mesma reunião a CNJB instituiu o enquadramento para outros 11 jardins botânicos, todos na Categoria C, entre eles o Jardim Botânico Plantarum (São Paulo – SP), Jardim Botânico Municipal de Santos "Chico Mendes" (Santos – SP), Museu Paraense Emílio Goeldi (Belém – PA), Jardim Botânico de Brasília (Brasília – DF), Jardim Botânico de Salvador (Salvador – BA), Jardim Botânico de Recife (Recife – PE) (BRASIL, 2012).

Mantendo a consonância com seu objetivo inicial e àqueles estabelecidos pela Resolução CONAMA 339/2003, o Jardim Botânico Rural é reconhecido pela Conservação Internacional de Jardins Botânicos (Botanic Gardens Conservation International - BGCI), que define espaços de sua natureza na seguinte afirmação: *"Jardins botânicos são instituições que possuem coleções documentadas de plantas vivas para fins de pesquisa científica, conservação, exposição e educação"*. A Rede Brasileira de Jardins Botânicos (RBJB), fundada em 1991 sob o estímulo da BGCI, foi um elemento catalisador para a criação dos jardins botânicos contemporâneos. Sua atuação visa a aplicação dos acordos e convenções da área ambiental e a adoção da temática da conservação na concepção e no estabelecimento da missão dessas instituições.

É sob essas diretrizes que o Jardim Botânico Rural tem conduzido sua trajetória de ensino, pesquisa, extensão e conservação; através de uma atuação pública e acessível na construção de um espaço de relevância social. Suas coleções "didática e científica" constituem não apenas material prático de ensino como também um importante acervo de conservação, importante tanto para a vida vegetal quanto para os outros organismos vivos associados e suas relações ecológicas. Esse acervo biológico, associado à linda paisagem de composição do Jardim Botânico Rural, é suporte para variadas atividades de pesquisa e extensão que são continuamente desenvolvidas e servem como base de apoio para práticas educacionais e de lazer oferecidas nos formatos de visitações guiadas, palestras, exposições, minicursos e oficinas, entre outras.

O PROVERDE, Programa de Iniciação Científica do Jardim Botânico Rural, tem como particularidade o estímulo no uso da pesquisa como ferramenta de desenvolvimento e melhorias para o próprio Jardim Botânico. Os projetos em atuação por esse programa proporcionam o estudo e a conservação de suas espécies e dos seus fatores físicos, viabilizam melhorias infraestruturais e permitem o acesso ao público de informações e produtos educativos resultantes das pesquisas ou através da divulgação científica. O PROVERDE é a ação em pesquisa que dá suporte às ações de extensão, conservação e ensino no Jardim Botânico Rural.

O Jardim Botânico Rural consolidou seu importante papel científico-educacional como um viabilizador de práticas de educação ambiental no âmbito regional, auxiliando no entendimento sobre os processos da investigação científica e suas contribuições sociais, assim como na formação do pensamento crítico sobre as questões relacionadas ao meio ambiente e seus impactos na sociedade. Segundo Jacobucci (2008), jardins botânicos, jardins zoológicos, museus e outros centros de ciências são classificados como espaços não formais de educação institucionalizados, por disporem de estrutura física, planejamento e monitores (nesse caso o apoio pedagógico) disponíveis para orientar as visitações. Espaços como esses devem ser encarados como fortes aliados para as instituições formais de educação, que são instituições onde a educação é formalizada, ou seja, são as escolas e universidades.

O Jardim Botânico Rural possui uma estruturação organizacional que visa garantir a oferta e funcionamento de suas atividades, viabilizadas pelas funções acadêmicas, administrativas e do trabalho de manutenção da sua área de campo. Nesse sentido, atualmente, o Jardim Botânico Rural possui uma coordenação geral, que propicia as ações dessas três funções mencionadas; apoiada por uma secretaria, representada pela secretária executiva Leila Goncalves da Silva e um auxiliar de serviços gerais, Ronaldo Freitas da Motta. As ações educacionais e de extensão contam com o apoio de um núcleo que auxilia no desenvolvimento didático-pedagógico de suas atividades, sendo composto por uma bióloga residente, Karoline Ibraim Tobia, do Programa em Iniciação Profissional (PRIP) da Pró-Reitoria de Extensão (PROEXT); duas bolsistas de Apoio Técnico a Projetos de Extensão, Gabriela Lopes Pereira e Maria Catarina S. M. de Carvalho, ambas discentes do Curso de Ciências Biológicas; e dois bolsistas do Programa de Desenvolvimento Acadêmico Institucional (PDAI) da Pró-Reitoria de Assuntos Estudantis (PROAES), Iris Gabrielle de Souza Lemos e Michel Pratini de C. Alves, também discentes de Biologia.

Outro núcleo que compõe a equipe de trabalho do Jardim Botânico Rural refere-se ao pessoal da manutenção e desenvolvimento das atividades de campo. Esse núcleo é atualmente representado por um Engenheiro Florestal, Gustavo Wyse Abaurre; um operador de máquinas agrícolas, Isaias Luiz Pedro; dois jardineiros, Mauro Cesar de Oliveira e Waldecy de Paula Barboza; um auxiliar de jardinagem, Fernando Cardozo Pinto Filho; e um operador de roçadeira, Claudio Roberto de Souza Carvalho. As funções desempenhadas pela equipe de campo são imprescindíveis para a funcionalidade do Jardim Botânico e delas dependem todas e quaisquer ações exercidas pelo referido Setor.

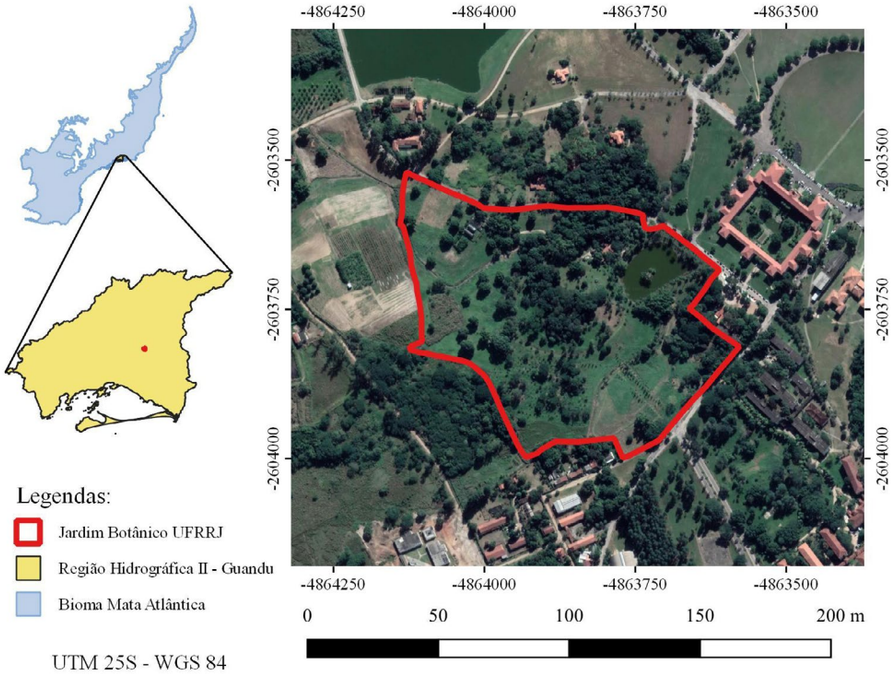
b) Alguns aspectos físicos e biológicos do Jardim Botânico Rural: Um laboratório de ensino, pesquisa e conservação

Devido à sua riqueza biológica, níveis de ameaça e índices de endemismo, a Floresta Atlântica está entre os 33 *hotspots* mundiais (MITTERMEIER et al., 2004) que compõem áreas prioritárias para ações de conservação da natureza (PINTO et al., 2006). O estado do Rio de Janeiro possui entre 18% e 28% (dependendo da metodologia do estudo) do seu território

ocupado com fragmentos de vegetação nativa (FUNDAÇÃO COOPETEC, 2013) e a Região Hidrográfica II – Guandu, onde o município de Seropédica está totalmente inserido, é uma das mais bem preservadas por ter aproximadamente 40% da sua área coberta com vegetação (ABAURRE, 2014).

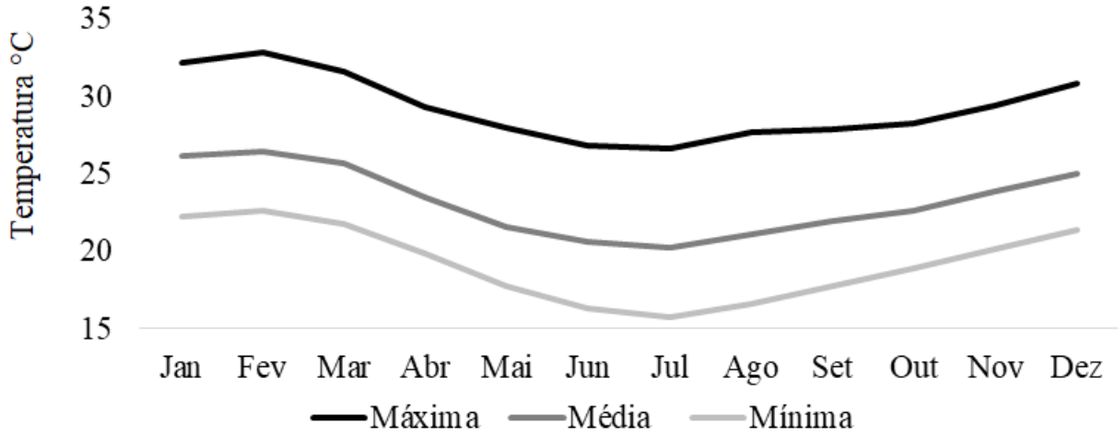
O Jardim Botânico Rural está localizado no *campus* da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, município de Seropédica, em região de domínio original de Floresta Atlântica, sob coordenadas UTM 23K 634263,05m E e 7481877,25m S DATUM WGS 84, com elevação de 33 metros em relação ao nível do mar. Possui área de 14,4 ha circunscrita em um perímetro de 1.690 metros lineares que fazem fronteira com próprios nacionais residenciais, com as associações sindicais dos docentes e dos técnicos administrativos (ADUR e SINTUR respectivamente) e com o Setor de Horticultura do Departamento de Fitotecnia do Instituto de Agronomia conforme ilustrado na Figura 1.

Figura 1: Imagem de satélite extraída do Software Google Earth e localização do Jardim Botânico da UFRRJ dentro da Região Hidrográfica II – Guandu (Seropédica/RJ) e do Bioma Mata atlântica.



O clima regional é classificado como Aw na classificação de Köppen-Geiger, ou seja, tropical chuvoso (quente e úmido) identificado por invernos secos e chuvas de verão (AYOADE, 1996). Os dados climatológicos da região são mostrados na Figura 2 (temperatura máxima, média e mínima) e na Figura 3 (precipitação e insolação). Esses dados fazem referência a série histórica do período entre 1961 e 1990 mensurados pela estação meteorológica do município de Seropédica (Ecologia Agrícola – Código da Estação: 83741) (INMET, 2020).

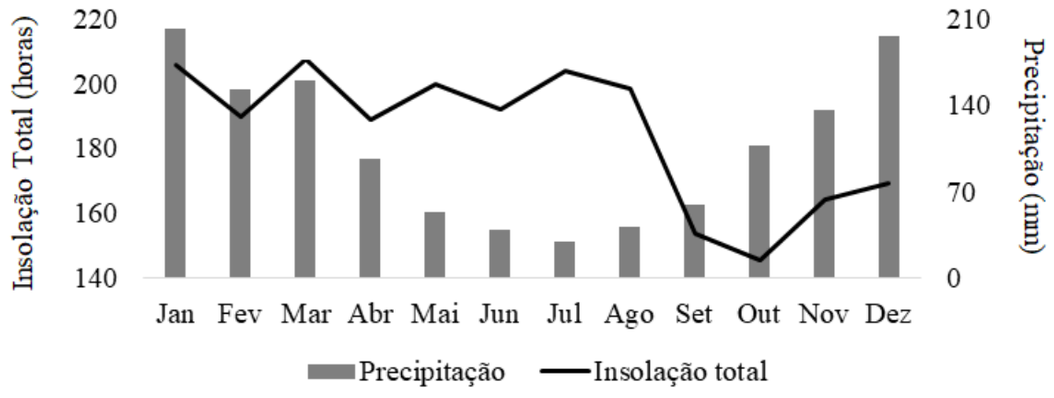
Figura 2: Média da temperatura máxima, média e mínima ao longo dos meses aferida na estação meteorológica de do município de Seropédica (Ecologia Agrícola – Código da Estação: 83741 - INMET, 2020) para série histórica do período entre 1961 e 1990.



Entre os meses de maio e agosto o clima é marcado pela menor precipitação e temperatura e entre os meses de outubro e março ocorre aumento na temperatura e precipitação. Ao longo do ano, a região recebe um total de 1.275 mm de chuva, a umidade relativa média é de 69% e a média da temperatura máxima, média e mínima são de 29.2°C, 23.2°C e 19.2°C respectivamente.

O Jardim Botânico Rural apresenta heterogeneidade em suas áreas, no que diz respeito à diversidade e disposição das espécies vegetais, cobertura do solo e relevo. Este livro traz informações sobre esses aspectos nas diferentes abordagens de seus capítulos. A vegetação é constituída por indivíduos dos mais variados biomas do Brasil, mas dada sua missão de representar seu bioma de domínio, o Jardim Botânico Rural conserva, principalmente, indivíduos de espécies nativas da Floresta Atlântica.

Figura 3: Média da insolação e da precipitação ao longo dos meses aferida na estação metereológica do município de Seropédica (Ecologia Agrícola – Código da Estação: 83741 - INMET, 2020) para série histórica do período entre 1961 e 1990.



A conservação de espécies vivas *ex situ* é desenvolvida com foco em coleções temáticas como o arboreto, que possui mais de 137 espécies nativas (BRAZ et al. 2012) de origem, em sua maior parte, da Floresta Atlântica do sudeste brasileiro (PEIXOTO, 1991; CYSNEIROS et al., 2011); outras coleções temáticas compreendem o cactário, com 8 espécies de suculentas típicas de regiões semi-áridas; bromeliário, que possui 67 indivíduos de 32 espécies; orquidário constituído por 140 indivíduos de diferentes espécies em fase de acompanhamento para

identificação; e um setor de plantas medicinais com 40 espécies, muitas delas com propriedades fitoterápicas, cujas descobertas vêm crescendo ao longo dos anos através de pesquisas. Além disso, no ano de 2018, o Jardim Botânico Rural iniciou pesquisa na micologia através de projetos do Programa PROVERDE, e possui uma nova coleção em seu acervo composta por fungos.

Entre os anos de 2018 e 2020 a coleção de indivíduos arbóreos recebeu o plantio de mais de 80 árvores, adicionando 40 novas espécies nativas da Floresta Atlântica à coleção do Jardim Botânico Rural. Para os próximos anos espera-se plantar mais de 200 árvores, que já estão em fase de produção de mudas, representando o acréscimo de mais de 100 novas espécies. Dentre essas espécies, 19 estão relacionadas com algum grau de vulnerabilidade ou risco de extinção pelas listagens do Ministério do Meio Ambiente, do Centro Nacional de Conservação ou da International Union for Conservation of Nature.

O Jardim Botânico Rural resguarda dados da biodiversidade vegetal e sua importância para o homem, sendo essas informações divulgadas à sociedade através das diversas maneiras de interação que o espaço tem com seu público acadêmico e externo à Universidade (BRITO et al. 2012). Seu acervo vivo é expressivo, com importância na conservação atestada pela ocorrência de inúmeras espécies de relevância econômica, de ocorrência rara ou restrita, de diferentes estágios sucessionais e espécies ameaçadas de extinção (PEIXOTO, 1991; CYSNEIROS et al., 2011). Com destaque também para a fauna associada à presença das plantas e de outros organismos presentes nas diferentes condições ambientais que o espaço proporciona, configurando um importante papel na conservação desses seres vivos e das suas relações ecológicas.

Muito do que se conhece sobre a caracterização ambiental do Jardim Botânico Rural é produto das pesquisas desenvolvidas no setor ao longo do seu tempo atuação. Além das pesquisas viabilizadas pelo PROVERDE (que teve seus primeiros projetos de pesquisa ativos a partir do ano de 2014), muitos outros estudos foram e são conduzidos por diferentes pesquisadores da UFRRJ em suas respectivas áreas de atuação, inclusive na estruturação do espaço com um ambiente didático e paisagístico. Durante o período de elaboração deste livro, por exemplo, outras pesquisas tiveram suas etapas concluídas, assim como novas linhas de abordagem surgiram, e esperamos poder publicá-las em breve numa nova edição deste projeto.

CAPÍTULO 1 - FLORÍSTICA E CONSERVAÇÃO

1.1 BRIÓFITAS DO JARDIM BOTÂNICO DA UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO, SEROPÉDICA, RJ

Ramon Guedes de Oliveira & Nivea Dias dos Santos

1.1.1 Resumo

As briófitas são organismos criptógamos e avasculares que englobam três divisões de plantas terrestres (hepáticas, musgos e antóceros). São poiquiloídricas e, por isso, diretamente expostas às condições ambientais, sendo utilizadas como bioindicadoras, pois reagem de maneira previsível e mensurável a mudanças no seu ambiente. Considerando-se que o município de Seropédica constitui área pouco conhecida do ponto de vista da brioflora, e que estudos florísticos representam uma importante ferramenta para direcionar ações de conservação, este trabalho teve por objetivo analisar a riqueza de espécies, a composição florística e a distribuição geográfica das briófitas do Jardim Botânico da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (JB/UFRRJ). As amostras foram coletadas em quatro parcelas de 10 x 10 m. Adicionalmente, foi realizada uma coleta aleatória em outros pontos do Arboreto, buscando abranger diversidade de microhabitats e substratos colonizados. Foram analisadas 378 amostras, sendo 215 de hepáticas e 163 de musgos, totalizando 30 espécies (13 hepáticas; 17 musgos) em 22 gêneros (9; 13) e 16 famílias (4; 12). As famílias mais abundantes foram Lejeuneaceae (hepáticas) e Sematophyllaceae (musgos). Cinco tipos de substratos são colonizados pela brioflora: tronco vivo (69%), raiz de árvore (17%), artificiais (12%), tronco em decomposição (2%) e solo (1%).

Sete padrões de distribuição geográfica foram caracterizados, predominando o Neotropical (50%). Apesar de evidenciar uma riqueza de espécies relativamente baixa (3,4% das briófitas reconhecidas para o estado do Rio de Janeiro), este levantamento representa 18% da riqueza botânica do JB/UFRRJ. Além disso, este trabalho permitiu uma melhor compreensão da composição florística e dos padrões fitogeográficos das briófitas de áreas urbanas, dados que serão importantes para futuros estudos acerca do efeito das perturbações antrópicas sobre as briófitas e seu uso como bioindicadoras.

Palavras-chave: Conservação. Inventário florístico. Fitogeografia. Hepáticas. Musgos.

1.1.2 Introdução

As briófitas constituem um grupo artificial (parafilético) composto por plantas pequenas (hepáticas, musgos e antóceros) e que vivem sobre os mais variados tipos de substratos naturais, como troncos, ramos e folhas de árvores e arbustos, rochas, barrancos, e também substratos artificiais, como muros, tijolos e calçadas. Como as demais plantas, possuem clorofilas a e b, carotenos, xantofilas, amido, gorduras, celulose e hemicelulose em sua constituição, têm um ciclo de vida com alternância de gerações (diplobionte), e apresentam uma camada de células estéreis protegendo o embrião (VANDERPOOTEN; GOFFINET, 2009). Distinguem-se das angiospermas e gimnospermas por não possuírem flores ou sementes (criptógamas), e das pteridófitas por não apresentarem um sistema vascular (avasculares). Como características únicas, apresentam também a fase gametofítica como dominante no ciclo de vida, sendo fotossintetizante e de vida livre; um esporófito que não faz fotossíntese na maturidade e que, por isso, depende nutricionalmente do gametófito (exceto em antóceros), apresentando ainda um único esporângio (região produtora de esporos). Apesar de hepáticas, musgos e antóceros compartilharem diversas características, essas plantas também possuem muitas peculiaridades estruturais e moleculares, estando atualmente classificados em três distintas Divisões: Marchantiophyta, Bryophyta e Anthocerotophyta, respectivamente (CRANDALL-STOTLER et al., 2009; GOFFINET et al., 2009; RENZAGLIA et al., 2009).

Esses organismos compreendem as primeiras linhagens de plantas, derivadas de uma alga verde ancestral e possuem papel de grande importância na colonização do ambiente terrestre pelos organismos vivos (GOFFINET; SHAW, 2009). Representam, portanto, um passo fundamental no entendimento da transição do ambiente aquático para o terrestre e da evolução da vida na terra. Seu surgimento é estimado para o Devoniano Inferior, há 593 milhões de anos atrás (MAGALLÓN; HILU, 2009). Porém, são consideradas plantas conservativas, tendo permanecido com taxas de mutação muito baixas durante o período evolutivo; dessa forma, muitas características atuais dos táxons são idênticas àquelas dos fósseis (GRADSTEIN et al., 2001).

Representam o grupo mais diverso de plantas sem flores, com cerca de 15.000 espécies no mundo, das quais 1.562 ocorrem no Brasil (FLORA DO BRASIL 2020, em construção), o que corresponde a 10,4% da brioflora global e 39% daquela ocorrente na região Neotropical (GRADSTEIN et al., 2001). Para o estado do Rio de Janeiro são reconhecidas 892 espécies, sendo 369 hepáticas, 516 musgos e sete antóceros (FLORA DO BRASIL 2020, em construção).

a) *Ecologia*

As briófitas são plantas poiquiloídricas, ou seja, não apresentam controle sobre a perda d'água, sendo o turgor de suas células dependente da umidade do ambiente (GRADSTEIN et al., 2001; DELGADILLO; CÁRDENAS 1990). Contudo, existem espécies que podem tolerar condições ambientais extremas, resistindo a longos períodos de dessecação e retornando ao metabolismo normal nas condições adequadas (PROCTOR, 2000; PROCTOR et al., 2007). Por essa razão, as briófitas estão amplamente distribuídas no mundo, desde as regiões polares às áreas temperadas e tropicais, desde desertos a ambientes submersos, embora não ocorram no ambiente marinho. Apesar de habitarem os mais variados ambientes, elas demonstram preferência por locais úmidos por dois motivos principais: ausência de tecido condutor e pelo fato de o gameta masculino (anterozóide) ser flagelado e precisar nadar até o gameta feminino (oosfera) para que ocorra a fecundação.

Pelo fato de possuírem alta capacidade de retenção de água da chuva, desempenham um papel ecológico importante nas florestas tropicais úmidas, pois auxiliam no balanço hídrico do ecossistema, contribuindo na captação e manutenção da umidade atmosférica, e na prevenção

da perda de água (GLIME, 2007). Estão intimamente relacionadas com a dinâmica da maioria dos ecossistemas terrestres, sendo importantes na retenção da umidade do solo; na ciclagem de nutrientes, como carbono e nitrogênio; e em interações ecológicas, fornecendo habitat para outros organismos (HALLINGBÄCK; HODGETTS, 2000; TURETSKY, 2003; GLIME, 2007). Contribuem ainda para o sequestro de carbono, pois armazenam uma grande quantidade desse elemento em diferentes ecossistemas do mundo, como Tundra, Florestas de Coníferas e Florestas Tropicais Montanas (SINGH, 2006). Além disso, são organismos pioneiros, estando entre os primeiros colonizadores de sítios perturbados e/ou naturalmente desprovidos de vegetação. Atuam no processo de sucessão ecológica, estabilizando o substrato, iniciando as mudanças que possibilitam a colonização por outras plantas (PÔRTO; GERMANO, 2002).

b) *Briófitas urbanas*

Apesar de serem sensíveis a variações climáticas, muitas espécies de briófitas têm a capacidade de tolerar as condições criadas pela urbanização, possibilitando sua ocorrência nos mais diversos ambientes. Estudos sobre a brioflora urbana brasileira já abordaram desde parques (MELLO et al. 2001) e jardins botânicos (LISBOA; ILKIU-BORGES, 1995; VISNADI; VITAL, 1997; MOLINARO; COSTA, 2001; BORDIN; YANO, 2009), a cidades (VISNADI; MONTEIRO, 1990; BASTOS; YANO, 1993; CÂMARA et al. 2003; CÂMARA; VITAL, 2004; YANO; CÂMARA, 2004; CARMO et al., 2015) e até cemitérios (VITAL; BONONI, 2006). Segundo Carmo et al. (2015), estes estudos encontraram um total de 207 táxons ocorrentes em áreas urbanas no Brasil, representando ca. 15% da brioflora total do país.

No contexto dos efeitos das perturbações antrópicas sobre as comunidades de briófitas, efeitos indiretos têm sido relatados por diferentes autores para ecossistemas florestais (COSTA, 1999; ACEBEY et al., 2003; ALVARENGA; PÔRTO, 2007; SILVA; PÔRTO, 2013). Contudo, ainda são poucos os estudos que abordam aspectos ecológicos das briófitas urbanas e seu potencial bioindicador no Brasil, sendo a maioria dos trabalhos de cunho florístico (ver CARMO et al., 2015). No mundo, existem estudos sobre briófitas urbanas realizados em países de diferentes continentes, como na África do Sul (VANDERPOOTEN; BARKER, 2004), China (SONG et al., 2015) e Rússia (ANISHCHENKO, 2009). Entretanto, a maioria possui um viés de biomonitoramento direto, sobretudo com a quantificação de metais pesados presentes nas células dessas plantas (NIMIS et al., 2002; GONZÁLEZ-MIQUEO et al., 2010; CHEN et al., 2016).

c) *Jardins botânicos*

Os jardins botânicos têm um papel de suma importância na conservação da biodiversidade devido à sua capacidade de manter exemplares de espécies da flora nacional ou exótica em condições de cultivo fora de seu ambiente natural, disponibilizando-os para pesquisa científica e o público em geral (PEREIRA et al., 2004). Além disso, os jardins têm ainda o papel fundamental de conscientizar e sensibilizar a população por meio de ações de educação ambiental a respeito da conservação da biodiversidade, principalmente vegetal.

Segundo a Rede Brasileira de Jardins Botânicos (2004), os jardins compartilham as missões globais de interromper a perda de espécies de plantas e sua diversidade genética; intentar para a prevenção da degradação do meio ambiente natural; aumentar o entendimento público sobre o valor da diversidade das plantas; e promover e assegurar o uso sustentável dos recursos naturais para esta e futuras gerações. Eles podem ainda dar consultoria especializada, além de fornecer dados, informações e assistência prática para a criação de planos e programas

nacionais para a conservação da biodiversidade e seu uso sustentável. Para que seus objetivos sejam alcançados, é crucial que os jardins botânicos trabalhem em conjunto com governos, organizações, instituições, corporações, comunidades e indivíduos.

A principal missão do JB/UFRRJ, com base nas diretrizes e regulamentações nacionais e internacionais, é "gerar, promover, realizar e divulgar conhecimentos técnico-científicos sobre recursos florísticos do Brasil, visando à conservação da biodiversidade, priorizando o cultivo especialmente de espécies dos ecossistemas regionais, vulneráveis, ameaçadas ou raras do meio natural, assim como a manutenção das coleções científicas sob sua responsabilidade, contribuindo para a construção de uma consciência ambiental em benefício do desenvolvimento sustentável para a sociedade brasileira" (institucional.ufrrj.br/jardimbotanico). Grande parte da coleção botânica do Arboreto do JB/UFRRJ tem sido estudada nos últimos anos por diferentes especialistas (BRAZ et al., 2012; PEREIRA-MOURA; BRAZ, 2012; SILVA; PEREIRA-MOURA, 2013). Apesar disso, não existem registros de espécies de briófitas para a localidade (BAUMGRATZ et al., 2014).

Considerando-se que o município de Seropédica constitui área pouco conhecida do ponto de vista da brioflora (COSTA et al., 2005) e que estudos florísticos representam uma importante ferramenta para direcionar ações de conservação, este trabalho tem por objetivo analisar a riqueza de espécies, composição florística e distribuição geográfica das briófitas do JB/UFRRJ.

1.1.3 Material e Métodos

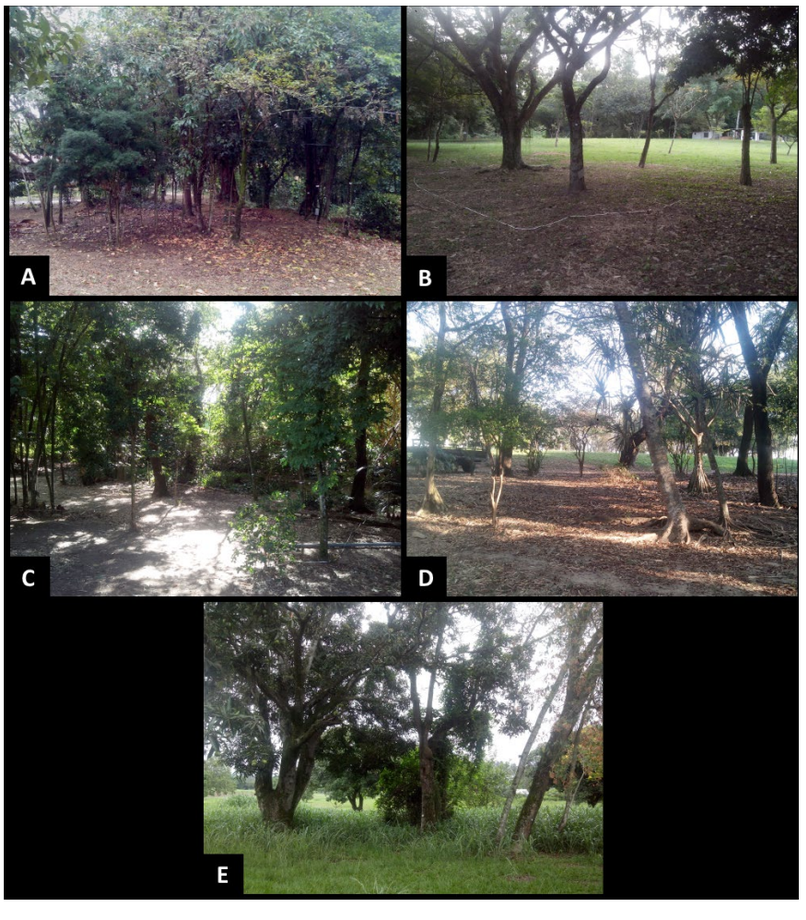
a) *Delineamento amostral*

Foram estabelecidas cinco parcelas de 10x10 m na região do Arboreto do JB/UFRRJ para amostragem da brioflora (Figura 4). A parcela I (22°45'54.2"S e 43°41'31.1"O) localiza-se em frente à Sede do JB/UFRRJ, próximo à entrada do mesmo e ao lago (Figura 5A). Apresenta muitas espécies arbóreas de médio e grande porte, alguns substratos artificiais (e.g. poste e placa de concreto) e algumas raízes expostas. Foi a única com regiões de solo favoráveis à colonização de briófitas. A parcela II (22°45'57.3"S e 43°41'34"O) encontra-se no Arboreto próximo à rosa-dos-ventos, à sudoeste da Sede (Figura 5B). Contém poucos substratos disponíveis, predominando espécies arbóreas de grande porte e raízes expostas, além de um único substrato artificial (placa de concreto). A parcela III (22°45'54.3"S e 43°41'33.7"O) está localizada no fragmento de mata em regeneração, à noroeste da Sede (Figura 5C). Abriga muitas espécies arbóreas de pequeno, médio e grande porte, algumas raízes expostas e muitos substratos artificiais (e.g. blocos de concreto e tijolos). A parcela IV (22°45'54.9"S e 43°41'34.5"O) também se encontra no fragmento de regeneração, à oeste da Sede (Figura 5D). Foi a parcela que apresentou o maior número de substratos, com muitas espécies arbóreas de médio e grande porte, muitas raízes expostas, além de um único tronco em decomposição. A parcela V (22°45'59.3"S e 43°41'37.5"O), localizada no Arboreto à sudoeste da Sede, próximo aos limites do JB/UFRRJ (Figura 5E). Possui poucas espécies arbóreas de grande porte, porém com grandes áreas colonizadas pelas briófitas em seus troncos.

Figura 4 - Vista por satélite do Jardim Botânico da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica – RJ, Brasil. Em laranja: área do JB/UFRRJ; I-V: parcelas estudadas; E: entrada; S: sede; L: lago; R: rosa-dos-ventos.

Fonte: Google Earth® 2017.

Figura 5 - Fisionomia das parcelas analisadas no Jardim Botânico da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica - RJ, Brasil. A: Parcela I (22°45'54.2"S e 43°41'31.1"O); B: Parcela II (22°45'57.3"S e 43°41'34"O); C: Parcela III (22°45'54.3"S e 43°41'33.7"O); D: Parcela IV (22°45'54.9"S e 43°41'34.5"O); E: Parcela V (22°45'59.3"S e 43°41'37.5"O).



Em cada parcela, o inventário das briófitas presentes no sub-bosque (altura máxima de 2 m) foi realizado a partir dos diferentes substratos disponíveis (solo, rochas, troncos de árvores, troncos em decomposição e substratos artificiais). Adicionalmente, foram realizadas coletas aleatórias de 43 amostras de briófitas em outros pontos do Arboreto, buscando abranger diversidade de microhabitats e substratos colonizados. Destas, 34 amostras foram coletadas sobre forófitos arbóreos, oito em substratos artificiais (e.g. blocos de concreto e tijolos), e uma sobre tronco em decomposição.

b) *Tratamento dos dados*

As técnicas adotadas para coleta, herborização e preservação do material botânico de briófitas estiveram de acordo com Yano (1984). A classificação adotada foi a proposta em Goffinet e Shaw (2009). A identificação das espécies foi realizada utilizando-se a literatura taxonômica disponível para as briófitas, além da consulta a especialistas. Todas as amostras coletadas serão depositadas no Herbário do Departamento de Botânica da Universidade Federal do Rio de Janeiro (RBR).

Para cada táxon, foram analisados o tipo de substrato, a distribuição nos domínios fitogeográficos do Brasil (FLORA DO BRASIL 2020, em construção) e o padrão fitogeográfico. Os padrões fitogeográficos foram caracterizados a partir da sobreposição das extensões de ocorrência dos táxons amostrados, tendo sido classificados a partir daqueles já descritos na literatura (GRADSTEIN; COSTA, 2003; COSTA et al., 2011). Neste trabalho, o padrão fitogeográfico Amplo refere-se ao táxon que ocorre em mais de três continentes, incluindo áreas extratropicais. Foi realizada uma Análise de Correspondência para verificar a variação da composição de espécies nas parcelas de estudo, além de uma análise de similaridade florística (coeficiente de Jaccard), através do programa Fitopac 2.1 (SHEPHERD, 2010).

1.1.4. Resultados e discussão

a) *Riqueza de espécies e composição florística*

Foram coletadas 378 amostras, sendo 215 de hepáticas e 163 de musgos, totalizando 30 espécies (13 hepáticas; 17 musgos), contendo uma variedade de musgo e uma subespécie de hepática, 22 gêneros (9; 13) e 16 famílias (4; 12), como mostra a Tabela 1. Nenhum antócero foi encontrado, assim como nenhuma hepática talosa, muito provavelmente devido à ausência de condições microclimáticas adequadas para esses táxons. Houve um discreto predomínio de espécies de musgos (57%) sobre hepáticas (43%). Esta riqueza representa 3,4% das briófitas ocorrentes no estado do Rio de Janeiro e 1,9% do Brasil (Flora do Brasil 2020 em construção). De acordo com a análise comparativa de briófitas urbanas do Brasil realizada por Carmo et al. (2015), esta riqueza de espécies pode ser considerada relativamente baixa, pois os levantamentos da brioflora nessas áreas apresenta riqueza média de 48,25 (13 a 159 espécies). No Jardim Botânico do Rio de Janeiro (JBRJ), por exemplo, Molinaro e Costa (2001) encontraram 98 briófitas distribuídas em 61 gêneros e 37 famílias, também com um predomínio de musgos (58%) sobre hepáticas (41%).

As famílias de hepáticas mais abundantes foram Lejeuneaceae (165 amostras) e Frullaniaceae (43), e as de musgos Sematophyllaceae (50) e Erpodiaceae (31). Segundo Gradstein e Pócs (1989), Lejeuneaceae e Sematophyllaceae estão entre as 15 principais famílias encontradas em inventários florísticos no Neotrópico. Os gêneros mais abundantes de hepáticas foram *Lejeunea* (86 amostras) e *Frullania* (43), e de musgos *Sematophyllum* (50) e *Erpodium* (31), somando aproximadamente 56% de todas as amostras. As hepáticas *Lejeunea*

flava (42 amostras - 11%) (Figura 6O-P) e *Cololejeunea minutissima* subsp. *myriocarpa* (36 - 9,5%) (Figura 6C-D), e os musgos *Sematophyllum subpinnatum* (42 - 11%) (Figura 6S-T) e *Erpodium glaziovii* (31 - 8,2%) (Figura 6E-F) foram os táxons mais abundantes. A relação entre espécies e quantidade de amostras pode ser vista na Figura 7. A composição florística encontrada no presente trabalho é comum em áreas urbanas, visto que 23 desses táxons (76,6%) foram encontrados no levantamento da brioflora do JBRJ (MOLINARO; COSTA, 2001) e 11 táxons (36,6%) na análise comparativa de briófitas urbanas do Brasil (CARMO et al., 2015).

Cabe destacar ainda que todas as oito espécies destacadas por Carmo et al. (2015) como as mais frequentes em levantamentos florísticos de briófitas urbanas foram encontradas no JB/UFRRJ [*Bryum argenteum* (Figura 6A-B), *Fabronia ciliaris* (Figura 6G-H), *Frullania ericoides* (Figura 6I-J), *Hyophila involuta* (Figura 6K-L), *Isopterygium tenerum* (Figura 6M-N), *Lejeunea flava* (Figura 6O-P), *Octoblepharum albidum* (Figura 6Q-R) e *Sematophyllum subpinnatum* (Figura 6S-T)].

Figura 6 - Táxons de briófitas mais abundantes no Jardim Botânico da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica - RJ, Brasil (Figuras C-F, O-P e S-T), e os mais comuns em floras urbanas no Brasil, segundo Carmo et al. (2015) (Figuras A-B e G-T). A-B: *Bruym argenteum*; C-D: *Cololejeunea minutissima* subsp. *myriocarpa*; E-F: *Erpodium glaziovii*; G-H: *Fabronia ciliaris* var. polycarpa; I-J: Frullania ericoides; K-L: Hyophila involuta; M-N: *Isopterygium tenerum*; O-P: *Lejeunea flava*; Q-R: *Octoblepharum albidum*; S-T: *Sematophyllum subpinnatum*. Figuras A, C, E, G, I, K, M, O, Q e S: aumento de 100x no microscópio óptico; Figuras B, D, F, H, J, L, N, P, R e T: retiradas com diferentes aumentos em estereomicroscópio óptico.

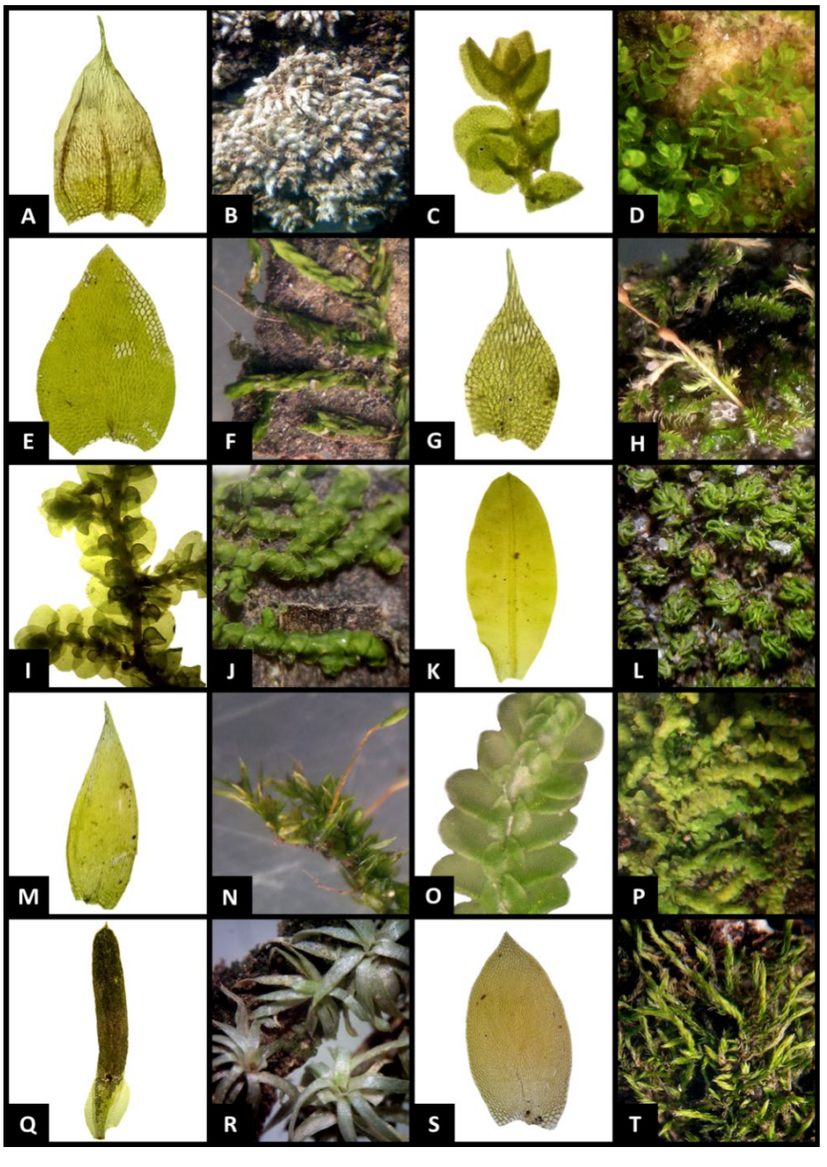
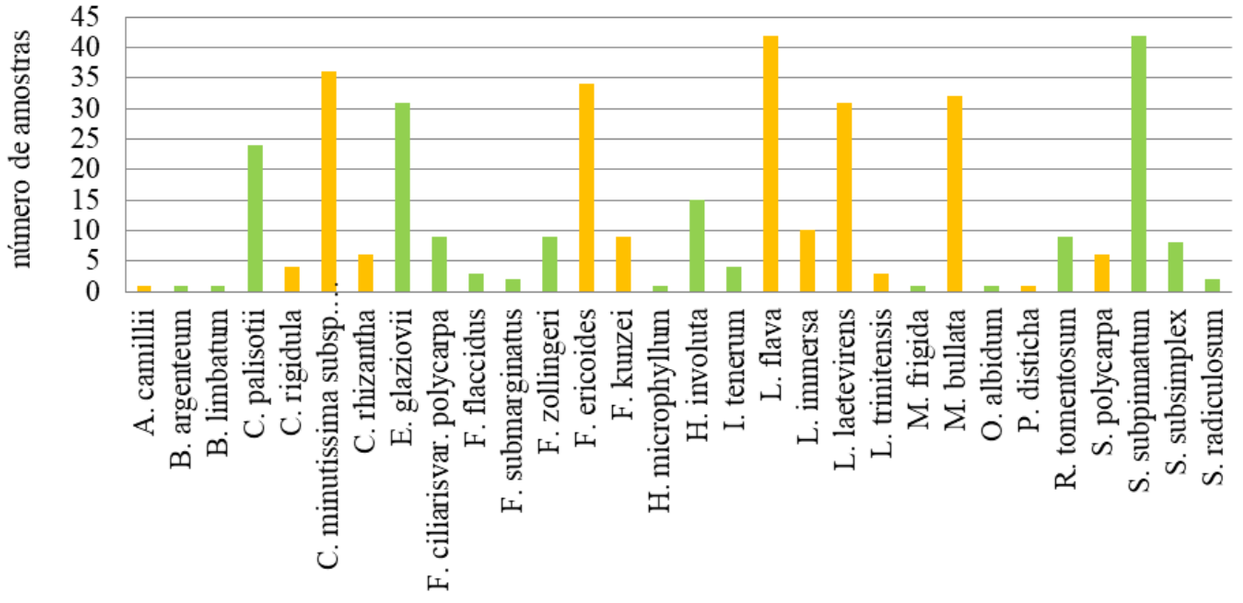


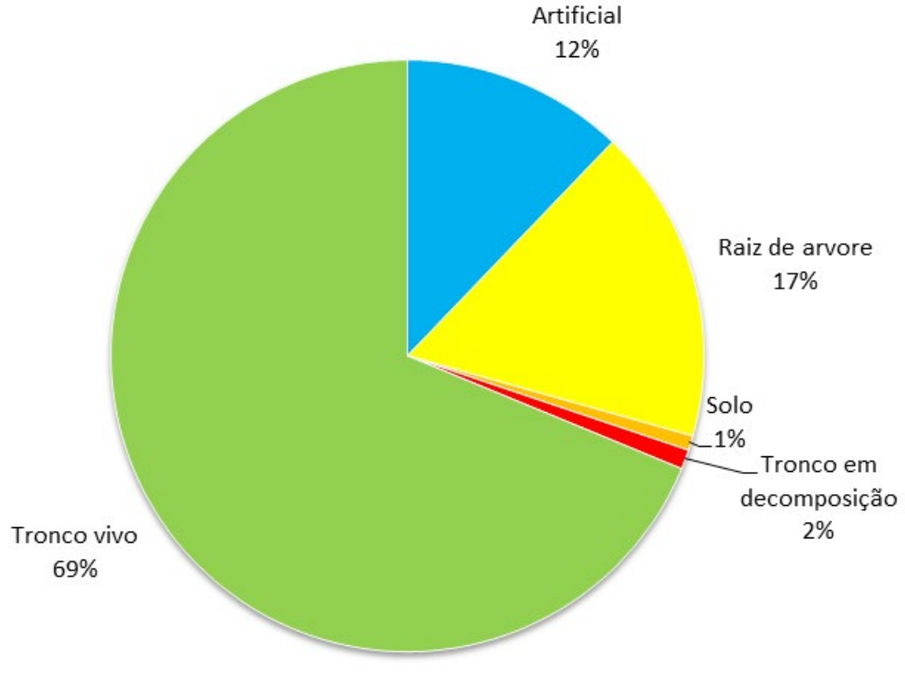
Figura 7 - Número de amostras por espécies de hepáticas (barras laranjas) e musgos (barras verdes) coletados no Jardim Botânico da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica - RJ, Brasil.



b) *Tipos de substratos colonizados*

Cinco tipos de substratos são colonizados pela brioflora, sendo eles: tronco vivo (260 amostras - 69%), raiz de árvore (65 - 17%), substratos artificiais (46 - 12%), tronco em decomposição (4 - 2%) e solo (3 - 1%), como mostra a Figura 8. Vinte espécies são generalistas com relação ao substrato e 10 são especialistas - i.e. ocorrem em apenas um substrato. Lejeuneaceae (131 amostras - 35%), Frullaniaceae (35 - 9%) e Sematophyllaceae (31 - 8%) são as principais famílias corticícolas (tronco vivo) e Fissidentaceae (11 - 3%), Pottiaceae (11 - 3%) e Racopilaceae (8 - 2%) as mais comuns em substratos artificiais (e.g. blocos de concreto e tijolo). Uma única espécie ocorreu exclusivamente sobre solo, *Fissidens submarginatus*. Destacam-se, ainda, *Cheilolejeunea rigidula* (exclusiva em tronco vivo), *Fissidens flaccidus* (exclusiva em substratos artificiais) e *Aphanolejeunea camillii* (exclusiva em raiz de árvore).

Figura 8 - Substratos colonizados pelas briófitas no Jardim Botânico da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica - RJ, Brasil.



A baixa ocorrência de espécies no solo é explicada pela abundância de serapilheira encontrada nas parcelas, além do predomínio de gramíneas, o que dificulta que este seja um ambiente favorável à ocorrência de briófitas. A pouca quantidade de troncos em decomposição se justifica pelo constante trabalho de limpeza de árvores mortas no JB/UFRRJ. Por ser um Jardim Botânico com poucas áreas naturais e algumas estruturas artificiais construídas, já era esperado que a maioria das espécies ocorressem sobre troncos vivos, raízes de árvores e substratos artificiais, pois são os substratos mais comuns. Os principais fatores que contribuem para a colonização de troncos de árvores pelas briófitas incluem a longevidade da árvore, o tempo de renovação da superfície do tronco, além de sua capacidade de retenção hídrica, acidez e conteúdo de nutrientes (SHAW; GOFFINET, 2000). Árvores que possuem tronco liso e/ou escamoso, como espécies de Myrtaceae (e.g. "Eucalipto") e "Pau-mulato", por exemplo, vão suportar somente briófitas de estabelecimento rápido e com estratégias de vida curta. Logo, é raro encontrar briófitas colonizando esse tipo de árvore.

c) *Distribuição das briófitas no Jardim Botânico*

Foram encontradas 11 espécies nas parcelas I e II, 17 espécies na parcela 19 espécies na parcela IV e 14 na parcela V (Tabela 1). Quatro outras espécies foram observadas somente na coleta aleatória: *Bryum argenteum*, *Bryum limbatum*, *Haplocladium microphyllum*, e *Plagiochila disticha*. O número de espécies compartilhadas entre as parcelas encontra-se na Figura 9 e a variação da composição de espécies, na Figura 10. A parcela II encontra-se em uma área mais aberta, com árvores esparsas e, portanto, com menos substratos disponíveis. Apesar disso, esta apresentou a mesma riqueza de espécies da parcela I, que possui mais substratos, incluindo solo (exclusivo dessa parcela). Cinco espécies foram compartilhadas por todas as cinco parcelas: *Cololejeunea minutissima* subsp. *myriocarpa*, *Erpodium glaziovii*, *Frullania ericoides*, *Lejeunea flava* e *Sematophylum subpinnatum*. Essas espécies são conhecidas por sua ampla distribuição geográfica e elevada ocorrência em ambientes urbanos que sofrem algum tipo de perturbação (CARMO et al., 2015).

A Análise de Correspondência revelou, ao longo do primeiro eixo (42,16% da variação dos dados), a separação da parcela I das demais (Figura 10). Ao longo do segundo eixo (28,12%), no quadrante direito superior foi formado um grupo com as parcelas II, IV e V, enquanto a parcela III ficou isolada. No biplot (Figura 10) é possível observar a distribuição das espécies nas parcelas, com destaque para *Octoblepharum albidum* (musgo Pantropical) e *Fissidens submarginatus* (musgo Neotropical), ambos amplamente distribuídos nos domínios fitogeográficos brasileiros (Tabela 1), encontrados no JB/UFRRJ exclusivamente na parcela I.

A curva do coletor (Figura 11) demonstrou que foram acumuladas 26 espécies considerando-se somente as cinco parcelas delimitadas. Contudo, a inclusão de quatro novas espécies na coleta aleatória indicou que a riqueza de espécies no JB/UFRRJ deve ser ainda maior que a encontrada no presente estudo. Ou seja, novas coletas precisam ser realizadas para que se atinja a estabilidade de espécies acumuladas, e para que toda a área do local seja fielmente representada floristicamente.

Tabela 1 - Lista das espécies de briófitas do Jardim Botânico da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica – RJ, Brasil, com dados das parcelas onde foram encontradas, tipo de substrato colonizado, domínios e padrões fitogeográficos. Destacadas em negrito, as divisões e famílias nas quais as espécies listadas estão classificadas atualmente.

Espécies	**Parcelas**	**Substratos**	**Domínios fitogeográficos**	**Padrões fitogeográficos**
Marchantiophyta				
Cephaloziellaceae				
Cylindrocolea rhizantha (Mont.) R. M. Schust.	I, II, V	RZ, TV	Amazônia, Cerrado, Floresta Atlântica	Neotropical
Frullaniaceae				
Frullania ericoides (Nees) Mont.	I, II, III, IV, V, alt	A, RZ, TV	Amazônia, Caatinga, Cerrado, Floresta Atlântica, Pampa, Pantanal	Pantropical
Frullania kunzei (Lehm. & Lindenb.) Lehm. & Lindenb.	I, II, IV, V, alt	RZ, TV	Amazônia, Cerrado, Floresta Atlântica, Pantanal	Neotropical
Lejeuneaceae				
Aphanolejeunea camillii (Lehm.) R. M. Schust.	III	RZ	Amazônia, Floresta Atlântica	Neotropical
Cheilolejeunea rigidula (Mont.) R. M. Schust.	IV, V	TV	Amazônia, Caatinga, Cerrado, Floresta Atlântica, Pantanal	Neotrópico e África tropical
Cololejeunea minutissima subsp. myriocarpa (Nees & Mont.) R. M. Schust.	I, II, III, IV, V, alt	RZ, TD, TV	Amazônia, Floresta Atlântica, Pantanal	Pantropical
Lejeunea flava (Sw.) Nees	I, II, III, IV, V, alt	RZ, TV	Amazônia, Caatinga, Cerrado, Floresta Atlântica, Pampa, Pantanal	Pantropical
Lejeunea immersa Spruce	III, IV	A, RZ, TV	Floresta Atlântica	Neotropical
Lejeunea laetevirens Nees & Mont.	III, IV, V, alt	RZ, TV	Amazônia, Caatinga, Cerrado, Floresta Atlântica, Pantanal	Neotropical
Lejeunea trinitensis Lindenb.	III, IV, alt	RZ, TV	Amazônia, Cerrado, Floresta Atlântica, Pantanal	Neotropical
Microlejeunea bullata (Taylor) Steph.	II, III, IV, V, alt	RZ, TD, TV	Amazônia, Caatinga, Cerrado, Floresta Atlântica, Pampa, Pantanal	Neotropical
Schiffneriolejeunea polycarpa (Nees) Gradst.	IV, V, alt	RZ, TV	Amazônia, Caatinga, Cerrado, Floresta Atlântica, Pantanal	Pantropical
Plagiochilaceae				
Plagiochila disticha (Lehm. & Lindenb.) Lindenb.	alt	TV	Amazônia, Caatinga, Cerrado, Floresta Atlântica, Pantanal	Neotropical
Bryophyta				
Bryaceae				
Bryum argenteum Broth.	alt	A	Amazônia, Caatinga, Cerrado, Floresta Atlântica, Pampa	Amplo

Bryum limbatum Müll. Hal.	alt	A	Cerrado, Floresta Atlântica	Neotropical
Calymperaceae				
Calymperes palisotii Schwägr.	II, III, IV, V, alt	RZ, TV	Amazônia, Caatinga, Cerrado, Floresta Atlântica	Amplo
Octoblepharum albidum Hedw.	I	TV	Amazônia, Caatinga, Cerrado, Floresta Atlântica, Pampa, Pantanal	Pantropical
Erpodiaceae				
Erpodium glaziovii Hampe	I, II, III, IV, V, alt	A, RZ, TD, TV	Amazônia, Cerrado, Floresta Atlântica, Pampa, Pantanal	Neotropical
Fabroniaceae				
Fabronia ciliaris var. polycarpa (Hook.) W. R. Buck	IV, V	RZ, TV	Amazônia, Caatinga, Cerrado, Floresta Atlântica, Pantanal	Neotropical
Fissidentaceae				
Fissidens flaccidus Mitt.	III	A	Amazônia, Caatinga, Cerrado, Floresta Atlântica, Pampa, Pantanal	Neotropical
Fissidens submarginatus Bruch	I	S	Amazônia, Caatinga, Cerrado, Floresta Atlântica, Pampa, Pantanal	Neotropical
Fissidens zollingeri Mont.	I, III	A, S	Amazônia, Caatinga, Cerrado, Floresta Atlântica, Pantanal	Pantropical
Hypnaceae				
Isopterygium tenerum (Sw.) Mitt.	III, IV, V	RZ, TV	Amazônia, Caatinga, Cerrado, Floresta Atlântica, Pampa, Pantanal	Amplo
Leskeaceae				
Haplocladium microphyllum (Hedw.) Broth.	alt	A	Cerrado, Floresta Atlântica	América, Ásia
Orthotrichaceae				
Macrocoma frigida (Müll. Hal.) Vitt	IV	TV	Floresta Atlântica	Brasil, Colômbia e México
Pottiaceae				
Hyophila involuta (Hook.) A. Jaeger	II, III, alt	A, TV	Amazônia, Caatinga, Cerrado, Floresta Atlântica, Pampa, Pantanal	Amplo
Racopilaceae				
Racopilum tomentosum (Hedw.) Brid.	III, IV	A, TV	Amazônia, Cerrado, Floresta Atlântica, Pampa, Pantanal	Amplo
Sematophyllaceae				
Sematophyllum subpinnatum (Brid.) E. Britton	I, II, III, IV, V, alt	RZ, TD, TV	Amazônia, Caatinga, Cerrado, Floresta Atlântica, Pampa, Pantanal	Pantropical
Sematophyllum subsimplex (Hedw.) Mitt.	I, III, IV	A, RZ, TV	Amazônia, Caatinga, Cerrado, Floresta Atlântica, Pantanal	Neotropical

Stereophyllaceae				
Stereophyllum radiculosum (Hook.) Mitt.	II, IV	RZ, TV	Amazônia, Cerrado, Floresta Atlântica, Pantanal	Pantropical

Parcelas: alt = amostragem aleatória. Tipo de substrato: A = artificial, RZ = raiz de árvore, S = solo, TD = tronco em decomposição, TV = tronco vivo.

Figura 9 - Número de espécies de briófitas compartilhadas pelas parcelas e coleta aleatória no Jardim Botânico da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica - RJ, Brasil. Interseções que não apresentavam espécies compartilhadas estão sem numeração.

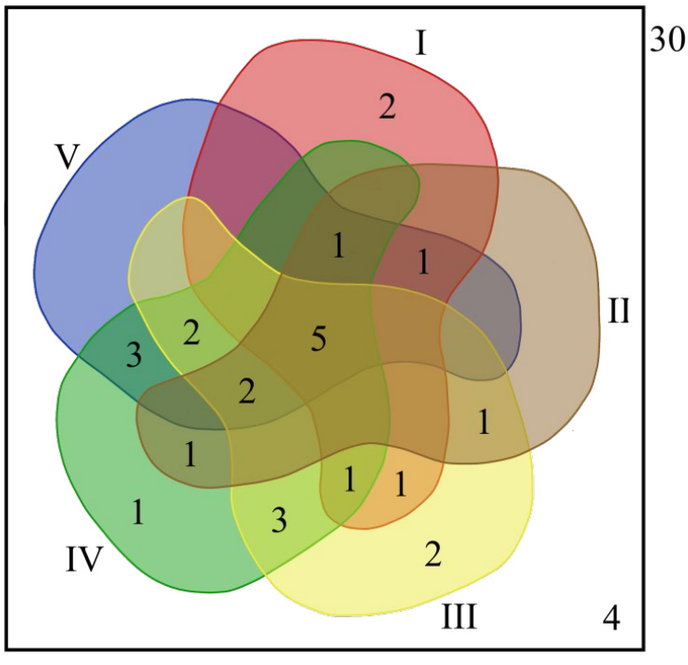


Figura 10 - Biplot do diagrama de ordenação da Análise de Correspondência realizada entre as parcelas inventariadas no Jardim Botânico da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica - RJ, Brasil. Em verde, as parcelas de I a V. Os nomes representam as espécies de briófitas encontradas e compartilhadas entre as parcelas.

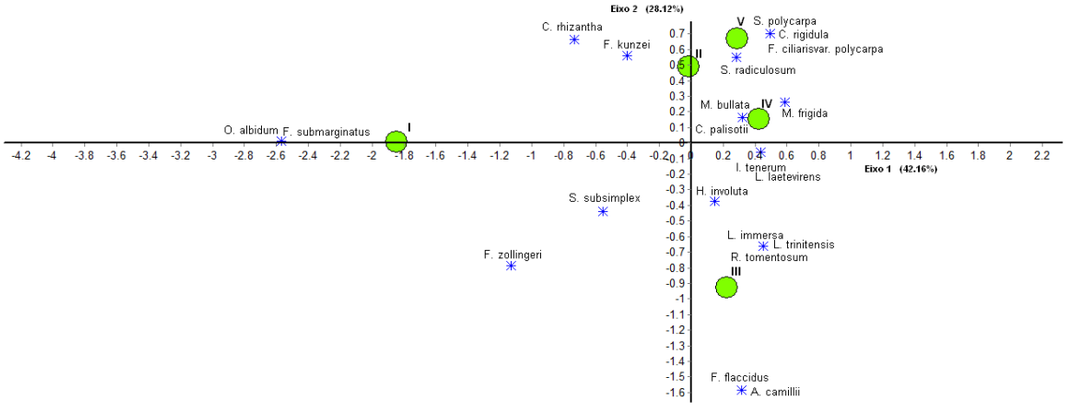
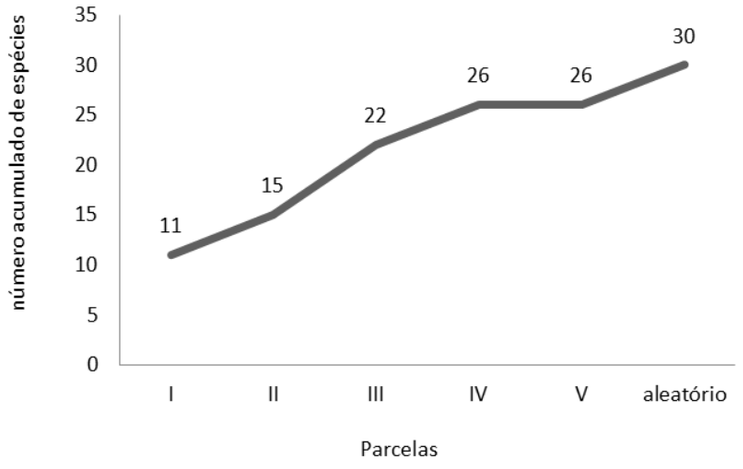


Figura 11 - Curva do Coletor, indicando o número de espécies de briófitas acumuladas a cada parcela inventariada no Jardim Botânico da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica - RJ, Brasil, e também na amostragem aleatória.



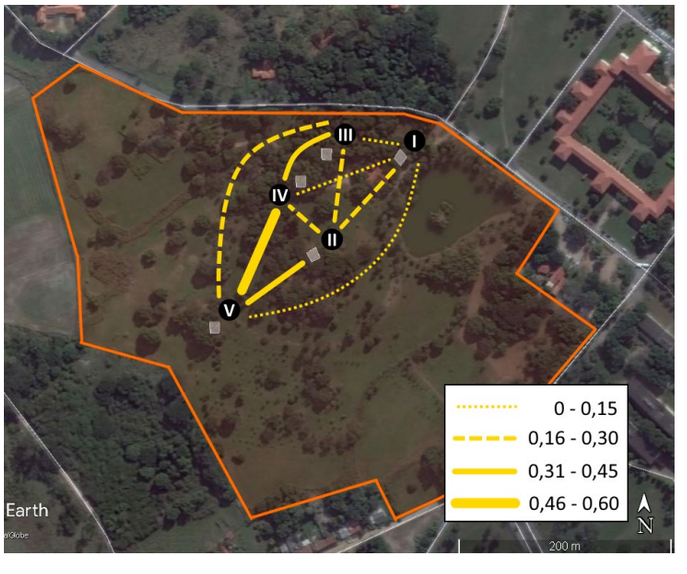
A análise da similaridade florística (Tabela 2; Figura 12) demonstrou que, em geral, a similaridade entre as parcelas foi baixa. O maior índice encontrado foi entre as parcelas IV e V (0,53), seguido de III e IV (0,44), que apresentam o maior número de espécies compartilhadas. A parcela I apresentou a menor similaridade com as demais parcelas (Tabela 2; Figura 9). Esta singularidade pode estar associada à diferença microclimática interna da vegetação (maior umidade e menor luminosidade), devido à sua localização nas proximidades do lago e do fragmento de vegetação em regeneração (Figura 4).

Tabela 2 - Comparação entre a diversidade alfa e beta das briófitas nas parcelas estudadas no Jardim Botânico da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica - RJ, Brasil.

	I	**II**	**III**	**IV**	**V**
I	**11**	*0,2*	*0,12*	*0,11*	*0,15*
II	0	**11**	*0,2*	*0,25*	*0,36*
III	1	1	**17**	*0,44*	*0,23*
IV	0	0	3	**19**	*0,53*
V	0	1	0	3	**14**

Negrito = diversidade alfa; fonte normal = número de espécies compartilhadas;
itálico = índices de similaridade de Jaccard.

Figura 12 - Vista por satélite do Jardim Botânico da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica - RJ, Brasil, com destaque em amarelo para as similaridades florísticas entre as parcelas, através do coeficiente de Jaccard. I-V: parcelas inventariadas.



d) *Fitogeografia*

Todas as espécies encontradas neste estudo ocorrem na Floresta Atlântica (Tabela 1; Figura 13). Vinte e seis espécies têm ocorrência ampla no bioma de floresta tropical úmida, distribuindo-se na Floresta Atlântica e Amazônia. Grande parte das espécies também é encontrada em outros domínios fitogeográficos, como o Cerrado (25 espécies), Pantanal (22), Caatinga (18) e Pampa (12). Com relação aos padrões fitogeográficos, a maioria das espécies apresenta distribuição Neotropical (15), oito espécies são Pantropicais, cinco de distribuição ampla, uma possui distribuição disjunta entre América e Ásia, e uma é distribuída somente entre Brasil, Colômbia e México. Das espécies de distribuição Neotropical, uma também é encontrada na África tropical (Tabela 1; Figura 15).

Figura 13 - Domínios fitogeográficos das espécies de briófitas encontradas no Jardim Botânico da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica - RJ, Brasil.

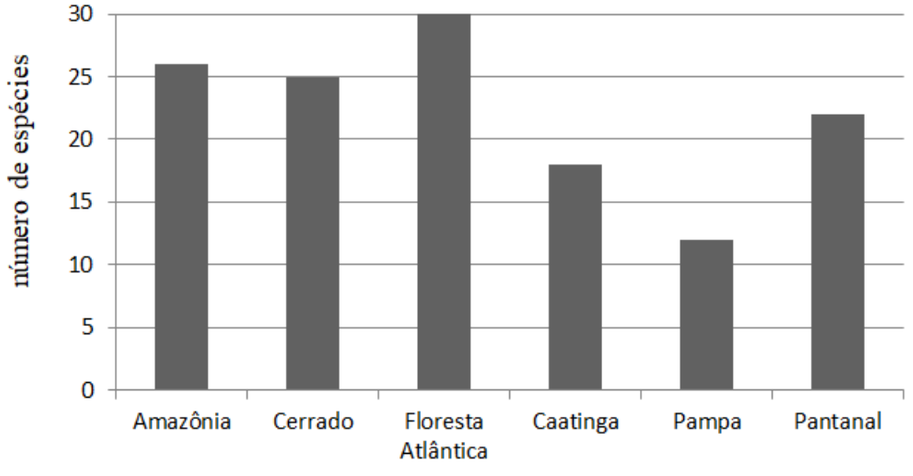
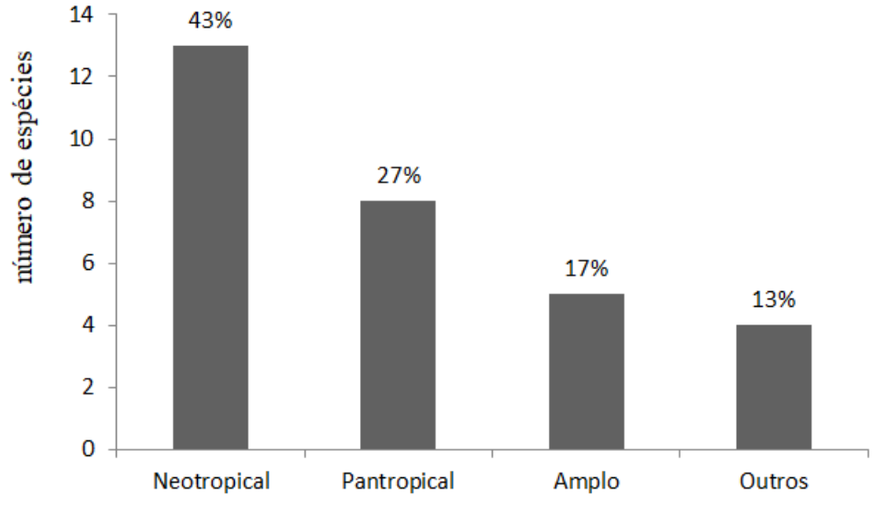


Figura 14 - Tipos de padrões fitogeográficos das espécies de briófitas encontradas no Jardim Botânico da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica - RJ, Brasil.



Em geral, briófitas de florestas de baixada (terras baixas e submontana) têm padrões fitogeográficos amplos (SANTOS; COSTA, 2010; SANTOS et al., 2011), mesmo padrão encontrado para briófitas urbanas (MOLINARO; COSTA, 2001). A respeito da distribuição intercontinental, que engloba as espécies Pantropicais e de distribuição Ampla e Disjunta, Gradstein et al. (1983) hipotetizaram que isso é resultado da dispersão dos diásporos a longa distância por correntes de ar transoceânicas, o que é considerado uma característica típica das

hepáticas tropicais. Essas espécies geralmente produzem diásporos pequenos (<25 μm) em grande quantidade e resistentes à dessecação e ao frio (VAN ZANTEN; PÓCS, 1981).

1.1.5 Conclusão

Este trabalho apresenta os primeiros dados sobre a riqueza e a composição de espécies de briófitas do município de Seropédica. A análise da brioflora do JB/UFRRJ evidenciou uma riqueza de espécies relativamente baixa (30 espécies, i.e. 3,4% das briófitas reconhecidas para o estado do Rio de Janeiro), provavelmente devido a área estudada ter sido ainda bastante restrita. Porém, este levantamento representa 18% da riqueza botânica do JB/UFRRJ [que conta atualmente com 137 espécies arbóreas reconhecidas (BRAZ et al., 2012)], apesar de ser um local caracterizado por vegetação muito fragmentada, com predominância de gramíneas e apenas um ponto de floresta em regeneração. Os resultados permitiram uma melhor compreensão da composição florística e dos padrões fitogeográficos das briófitas de áreas urbanas, dados que serão importantes para os estudos sobre os efeitos das perturbações antrópicas sobre as briófitas que estão sendo realizados pela equipe do Laboratório de Criptógamas da UFRRJ. Cabe ressaltar ainda que os dados disponíveis neste trabalho contribuirão para a elaboração de um diagnóstico ambiental que possa auxiliar os gestores do JB/UFRRJ na execução das metas propostas nos seus planos de ação.

1.2 DIVERSIDADE MORFOFUNCIONAL DAS ESTRUTURAS SECRETORAS FLORAIS EM ESPÉCIES DE MYRTEAE DC. (MYRTACEAE) DO ARBORETO DO JARDIM BOTÂNICO DA UFRRJ

Iasmin Guedes Netto, Jefferson Azeredo da Silva, Gabriel Lins dos Santos, Rafael Ribeiro Pimentel & Joecildo Francisco Rocha

1.2.1 Resumo

As espécies de Myrtaceae são consideradas um dos principais componentes das florestas tropicais, onde desempenham importante papel na cadeia alimentar. Muitos de seus representantes são utilizados na alimentação, na indústria e como fitoterápicos. Apesar de bem delimitada, Myrtaceae é uma família que apresenta problemas na circunscrição de grupos infrafamiliares de todos os níveis em razão do forte paralelismo filogenético e da semelhança entre a maioria de seus caracteres morfológicos. As espécies brasileiras estão subordinadas à tribo Myrteae, de ocorrência predominantemente neotropical e com frutos carnosos. O desenvolvimento e organização anatômica das estruturas secretoras associados ao estudo da composição química da secreção podem ser relevantes para sistemática de Myrteae, além de subsidiar estudos ecológicos e evolutivos para tribo. Neste trabalho foram selecionadas três espécies de Myrteae nativas da Mata Atlântica e cultivadas no Jardim Botânico da UFRRJ: *Eugenia uniflora* L., *Plinia peruviana* (Poir.) Govaerts e *Psidium guajava* L. As flores foram coletadas em vários estágios de desenvolvimento e processadas segundo técnicas usuais em anatomia e histoquímica vegetal. Os resultados apontaram três tipos de estruturas secretoras: cavidades secretoras, coléteres e idioblastos de polissacarídeos, as quais ocorrem em todas as espécies. Não houve associação entre as estruturas secretoras e a segregação destas espécies, no entanto, a presença de secreção constituída por diferentes classes de substâncias químicas é essencial na manutenção das interações ecológicas e desempenham importante papel biológico.

Palavras-chave: Estruturas secretoras. Myrtaceae. Myrteae.

1.2.2 Introdução

Myrtaceae Juss. apresenta distribuição pantropical e compreende 132 gêneros e 5.774 espécies tendo como principais centros de diversidade a América Tropical, a Austrália e o sudeste da Ásia (WILSON et al., 2001; GOVAERTS et al., 2011). Representantes da família são comumente utilizados na indústria madeireira (*Eucalyptus* - "eucalipto"), na fabricação de cosméticos (*Melaleuca alternifolia* - "árvore do chá") ou consumidos como especiarias (*Syzygium aromaticum* - "cravo-da-índia"). Das espécies cultivadas no Jardim Botânico da UFRRJ destacamos aquelas utilizadas na medicina popular (*Psidium guajava* - "goiaba") ou ainda consumidos como, sucos, doces, chás ou frutas in natura (*Syzygium malaccensis* - "jambo", *Plinia peruviana* - "jabuticaba", *Eugenia uniflora* - "pitanga") (FRANCIS, 1990; PRIEST, 1999; BANERJEE et. al., 2006; SOUZA; MORIM, 2008; FORTES et al., 2011). Entre as sinapomorfias que caracterizam os representantes de Myrtaceae (sensu WILSON et al., 2005) estão as folhas com glândulas que podem ou não conter óleos voláteis (em geral terpenos) e a presença de numerosos estames com uma cavidade secretora no ápice da antera (STEVENS, 2001; WILSON et al., 2005).

No Brasil ocorrem 23 gêneros e 1018 espécies, caracterizando a família como uma das mais representativas na flora do país, estando presente nos domínios Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa e Pantanal (SOBRAL et al., 2011; Flora do Brasil, 2020 em construção). As espécies brasileiras de Myrtaceae pertencem à tribo Myrteae DC. e formam um grupo filogeneticamente coeso (SOUZA et al., 2007), de ocorrência predominantemente neotropical (LUCAS et al., 2007). Seus representantes apresentam frutos carnosos (WILSON et al., 2005) cujo surgimento e evolução estão relacionados à excepcional riqueza de espécies desta tribo nas florestas tropicais (BIFFIN et al., 2010), sendo considerados componentes importantes da dieta de pássaros e mamíferos, assegurando a manutenção do equilíbrio ecológico destes ambientes (LUGHADHA; PROENÇA, 1996). As relações filogenéticas na tribo foram propostas por Lucas et al. (2007) que indicam a presença de grupos informais constituídos pelos clados sul-americanos Plinia, Myrcia, Myrceugenia, Myrteola, Pimenta, Eugenia e um clado composto pelas Myrteae australianas, além de *Algrizea macrochlamys*, *Blepharocalyx salicifolius* e *Myrtus communis* como táxons isolados.

A identificação das espécies de Myrteae é considerada difícil devido às semelhanças morfológicas. A homoplasia dos caracteres morfológicos em Myrtaceae, quando abordada do ponto de vista evolutivo, tem sido relacionada à rápida e recente diversificação da família. O desenvolvimento e organização anatômica das estruturas secretoras, associados à ultraestrutura das suas células e ao estudo da composição química da secreção vem auxiliando na compreensão das relações ecológicas, evolutivas e no estabelecimento de relações entre as espermatófitas (FAHN, 1979, 1988; THOMAS, 1991; MACHADO, 2000; JUDD et al., 2009), sendo considerados potencialmente relevantes para a sistemática da tribo Myrteae. No entanto, poucos são os trabalhos com enfoque nas flores da tribo. Assim, através de observações de campo, análises estruturais e histoquímica, este trabalho objetivou conhecer as estruturas secretoras de três espécies representantes da tribo Myrteae, nativas da Mata Atlântica e cultivada no Jardim Botânico da UFRRJ, a fim de subsidiar estudos ecológicos e de identificar caracteres que, somados aos tradicionalmente utilizados, auxiliem na caracterização dos táxons infratribais.

1.2.3 Material e métodos

Foram selecionadas para o estudo três espécies de Myrteae nativas da Mata Atlântica e cultivadas no Jardim Botânico da UFRRJ. As espécies representam três dos seis clados propostos por Lucas et al. (2007) para a tribo Myrteae. *Eugenia uniflora* L. (clado Eugenia), *Plinia peruviana* (Poir.) Govaerts (clado Plinia) e. *Psidium guajava* L. (clado Pimenta).

O material coletado foi identificado pelo Dr. Marcelo da Costa Souza (Depto. Botânica/ ICBS/UFRRJ), especialista na família.

Para descrição anatômica, os botões florais, flores e folhas foram coletados em vários estágios de desenvolvimento, fixados em solução composta por formaldeído 4% + glutaraldeído 2,5% em tampão fosfato de sódio 50 μM pH 7,2 (GAHAN, 1984), desidratados em série etílica e emblocados em Historesin® (Leica). Secções seriadas de 1-3 μm de espessura, obtidas com navalha de vidro em micrótomos rotativos Spencer e Leica 2255, foram coradas com Azul de Toluidina (FEDER; O`BRIEN, 1968). A análise do material foi realizada em microscópio ótico Olympus BX-51 com sistema de captura composto por câmera Q color 5 e software Image-Pro Express. As imagens foram editadas no software Corel Photo-Paint ® 15. Para identificar as diferentes classes de substâncias químicas presentes nos diferentes tipos morfológicos de estruturas secretoras e a natureza das paredes celulares, foram utilizadas secções de material recém-coletado, não fixado e/ou estocado em álcool 70%, as quais foram tratadas com Sudan IV (JOHANSEN, 1940) e Sudan Black B (PEARSE, 1980) para lipídios em geral; Cloreto férrico a 10% (JOHANSEN, 1940) e dicromato de potássio 10% (GABE, 1968) para detectar compostos fenólicos; Vermelho de Rutênio a 0,02% para substâncias pécticas (JENSEN, 1962); Reagente de Fehling para açúcares redutores (PURVIS et al., 1964); Xylidine Ponceau (CORTELAZZO; VIDAL, 1991; AMARAL et al., 2001) para detecção de proteínas; Lugol para amido (JOHANSEN, 1940); Ácido periódico/Reagente de Schiff (PAS) para polissacarídeos neutros (CORTELAZZO, 1992, TABOGA; VILAMAIOR, 2001, AMARAL et al., 2001); ácido acético e ácido clorídrico para identificação de cristais de oxalato de cálcio (HOWART; HORNER, 1959); floroglucinol em ácido clorídrico (SASS, 1951) para lignina. Foram aplicados tratamentos controle para os testes histoquímicos de acordo com a indicação dos respectivos autores acima citados.

1.2.4 Resultados

a) *Cavidades Secretoras*

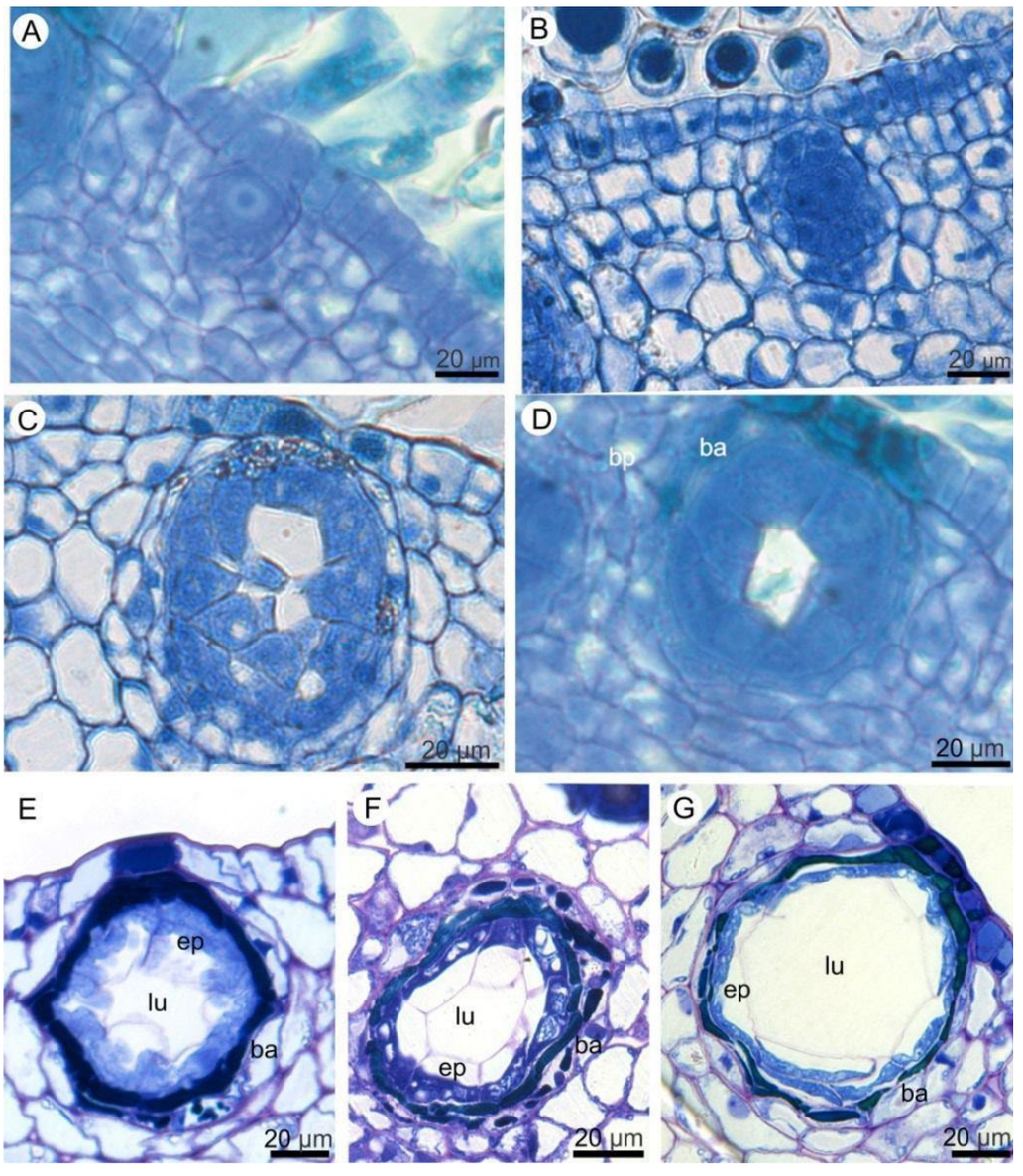
As cavidades secretoras estão presentes nos ferófilos, nos prófilos, nas sépalas, nas pétalas, nos estames e no hipanto das três espécies, variando quanto à densidade e ao tamanho.

Em todas as espécies, a origem se dá a partir de uma célula protodérmica que se diferencia das demais por apresentar o citoplasma denso e núcleo conspícuo (Figura 1A). Esta célula sofre uma primeira divisão no sentido periclinal e, através de sucessivas divisões mitóticas, são formados grupos de células com as mesmas características da célula original (Figura 1B).

O desenvolvimento das cavidades segue com o aumento do volume do grupo de células precursoras das cavidades, a polarização das células com o vacúolo voltado para o interior da cavidade (Figura 1E e F) e o afastamento destas da região central, dando origem ao lume (Figura 1C - G). Em torno das células centrais, que darão origem ao epitélio secretor, é observada uma bainha de células alongadas no sentido tangencial (Figura 1D - G). Estas comprimem as células parenquimáticas adjacentes, formando uma segunda bainha mais externa de células alongadas tangencialmente ao redor das cavidades.

Na maturidade, as cavidades são formadas pelo lume de origem esquizógena, pelo epitélio secretor, por uma bainha formada pelas células adjacentes ao epitélio e um a dois estratos de células parenquimáticas comprimidas que envolvem as cavidades (Figura 1G).

Figura 15 - Desenvolvimento das cavidades secretoras. A e D - *Psidium guajava*; B e C - *Plinia peruviana*; E a G - *Eugenia uniflora*; ba - bainha; ep - epitélio; lu - lume.



Os testes histoquímicos revelaram a presença de lipídeos, substâncias fenólicas e de polissacarídeos ácidos e neutros nas células epiteliais e no lume das cavidades. Proteínas foram identificadas apenas nas células epiteliais. Estes dados estão mostrados na Tabela 3.

Tabela 3 - Resultado dos testes histoquímicos nas cavidades secretoras.

	Epitélio						Lume				
Espécies	Amido	Proteínas	Subs. fenólica	Polis. ácidos	Pólis. neutros	Lipídios	Amido	Proteínas	Subs. fenólica	Polis. ácidos	Lipídios
Eugenia uniflora	-	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+
Plinia	-	+	+	+	+	+					
Psidium guajava	-	+	+	+	+	+					

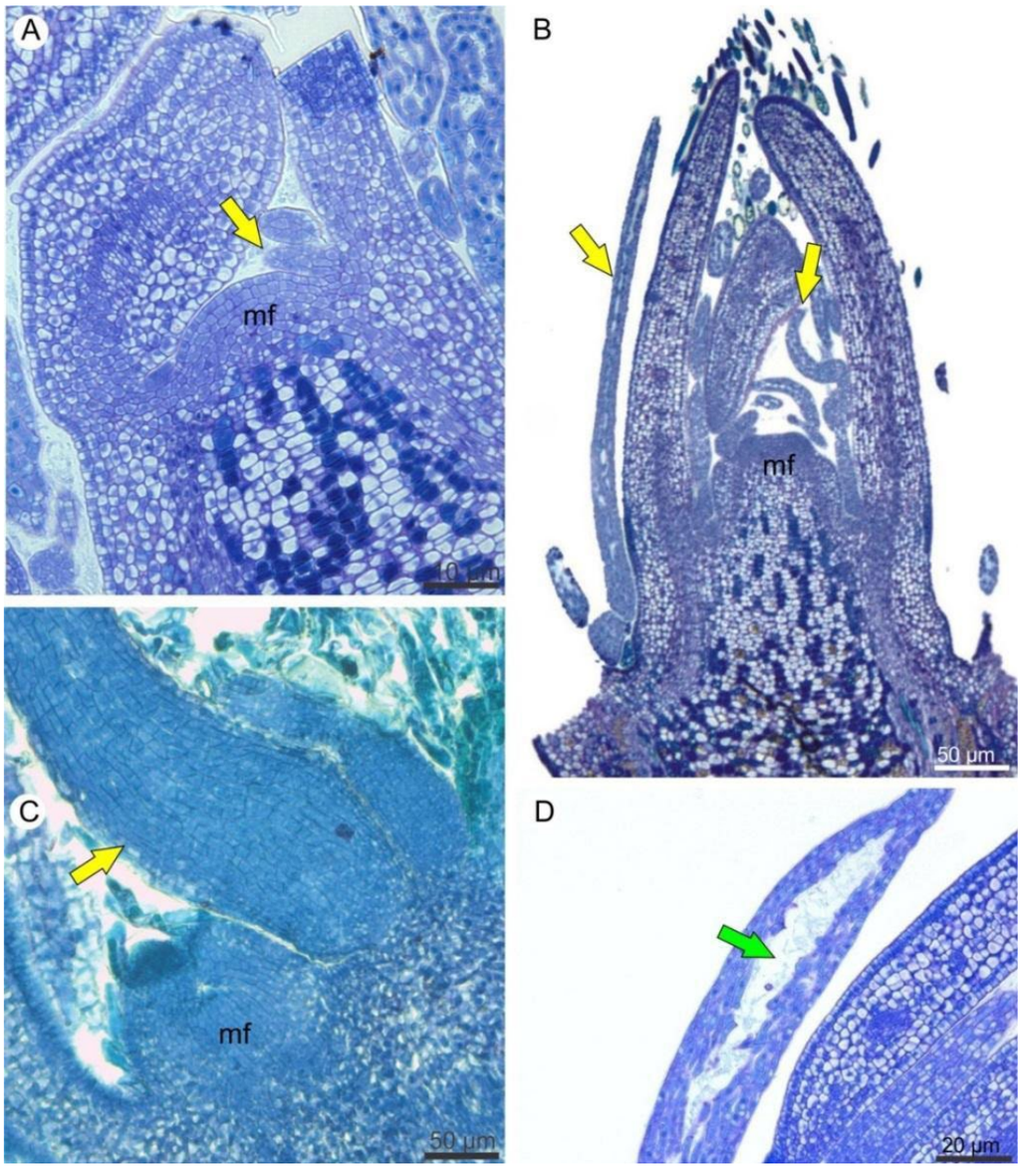
+: presença; -: ausência.

b) *Coléteres*

Foram observados coléteres nas bases dos prófilos protegendo o meristema floral das três espécies estudadas (Figura 2A e B).

Os coléteres têm origem protodérmica a partir de divisões periclinais seguidas de sucessivas divisões anticlinais e oblíquas. Anatomicamente eles são formados por séries de células alongadas de aspecto semelhante que diminuem em número em direção ao ápice (Figura 2C). Nota-se que algumas células sofrem afastamento, deixando entre si grandes espaços intercelulares (Figura 2D) preenchidos por secreção mucilaginosa.

Figura 16 - Coléteres em secção longitudinal. A - Primórdios de um coléter (seta amarela) em *Eugenia uniflora*; B - Localização dos coléteres (setas amarelas) em *Eugenia uniflora*. C - Coléter (seta amarela) protegendo o meristema floral (mf) em *Psidium guajava*; D - Detalhes do espaçamento intercelular (seta verde) acumulando secreção mucilaginosa.
mf - meristema floral.



Os testes histoquímicos revelaram a presença de substâncias fenólicas, lipídeos e de polissacarídeos neutros e ácidos nas células dos coléteres. Durante o processo de senescência há um acúmulo gradual de substâncias fenólicas nas células dos coléteres. Estes dados estão mostrados na Tabela 4.

Tabela 4 - Resultado dos testes histoquímicos nos coléteres.

Espécies	Amido	Substâncias fenólicas	Polissacarídeos ácidos	Polissacarídeos neutros	Lipídios
Eugenia uniflora	-	+	+	+	+
Plinia peruviana	-	+	+	+	+
Psidium guajava	-	+	+	+	+

+: presença; -: ausência.

c) *Idioblastos*

Foram observados Idioblastos contendo polissacarídeos neutros nas três espécies. A presença de polissacarídeos ácidos só foi evidenciada em *Plinia peruviana* e *Psidium guajava*.

Estes dados estão mostrados na Tabela 5.

Tabela 5 - Resultado dos testes histoquímicos nos Idioblastos.

Espécies	Amido	Substâncias fenólicas	Polissacarídeos ácidos	Polissacarídeos neutros	Lipídios
Eugenia uniflora	-	-	-	+	-
Plinia peruviana	-	-	+	+	-
Psidium guajava	-	-	+	+	-

+: presença; -: ausência.

1.2.5 Discussão

Em Myrtaceae, a presença de cavidades secretoras de óleo é uma característica marcante (APG III, 2009; STEVENS, 2001) e sua estrutura têm sido utilizados na análise taxonômica e evolutiva da família (GOMES et al., 2009). Um exemplo é o gênero *Eucalyptus* L'Hér, onde a presença ou ausência de cavidades secretoras em diferentes órgãos de seus representantes tem sido utilizada como um caráter útil na identificação das espécies (CARR; CARR, 1969). Apesar da importância referida na literatura, poucos representantes da flora neotropical são estudados sob este aspecto, notadamente aqueles pertencentes à tribo Myrteae.

As análises mostram que nas espécies estudadas as cavidades secretoras de óleos estão distribuídas por todo o eixo reprodutivo e estabeleceram a origem exclusivamente protodérmica, obedecendo ao padrão observado a partir de estudos ontogenéticos das cavidades secretoras em Myrtaceae (PIMENTEL, 2013). No entanto, Pimentel (2013) registrou para *Myciaria floribunda* e *Myrceugenia myrcioides* a ocorrência de cavidades que se originam, respectivamente, a partir do meristema fundamental e por desdiferenciação de células parenquimáticas. Devido à homogeneidade na origem das cavidades das espécies estudadas até aqui e a fim de inferir a extensão, o significado evolutivo e ecológico destas diferentes origens, faz-se necessário uma investigação com maior número de representantes destes gêneros. Secreções lipofílicas, principalmente terpenos, os quais compõem os óleos essenciais são geralmente relatados como tendo função na defesa química de plantas, atuando na proteção contra herbívoros e patógenos (WERKER; FAHN, 1981; ASCENSÃO et al., 1995, 1999; CORSI; BOTTEGA, 1999),

podem servir como fonte de energia e/ou de reserva, e ainda, podem funcionar na atração ou repelência de animais (ROSENTHAL; JANZEN, 1979; RODRIGUEZ et al., 1984).

As proteínas, identificadas nas células epiteliais das cavidades secretoras, possivelmente estão associadas com mecanismo de defesa contra microorganismos, entretanto, estudos adicionais são necessários para determinar sua função na proteção de plantas (KLEIN et al., 2004).

Coléteres, estrutura multicelular especializada na secreção de mucilagens ou uma mistura de mucilagem com substâncias lipofílicas, incluindo terpenóides (FAHN, 1979, 1990; KRONESTEDT-ROBARDS; ROBARDS, 1991; THOMAS, 1991), podem se apresentar como escamas, tricomas secretores, emergências ou glândulas em estruturas foliáceas, onde têm como função resguardar o desenvolvimento meristemático (THOMAS, 1991). A importância taxonômica de sua presença, localização, morfologia, ultraestrutura e composição da secreção pode ser comprovada em trabalhos como os de Thomas (1991), Endress e Bruyns (2000), Renobales et al. (2001), Schwarz e Furlan (2002), Klein et al. (2004) e Barreiro e Machado (2007).

As mucilagens, secreção de natureza mista constituída principalmente por heteropolissacarídeos ácidos e/ou neutros, proteínas e substâncias fenólicas apresentam ampla distribuição nos vegetais, formando soluções coloidais que em contato com a água tornam-se viscosas (PRIOLO DE LUFRANO; CAFFINI, 1981; GREGORY; BAAS, 1989; ROSHCHINA; ROSHCHINA, 1993). A mucilagem presente nos coléteres das espécies estudadas é composta por polissacarídeos ácidos e neutros, substâncias fenólicas e lipídeos. Essas substâncias podem desempenhar diferentes funções nas plantas, entre elas, a proteção de estruturas ou órgãos em desenvolvimento, retenção de água, reserva de carboidratos, redução da transpiração, proteção contra radiação dispersando ou refletindo a luz incidente, proteção contra herbivoria, lubrificante do ápice das raízes, captura de insetos em plantas insetívoras, como adesivo na dispersão de sementes e na regulação da germinação de sementes (GREGORY; BAAS, 1989; FAHN, 1979; ROSHCHINA; ROSHCHINA, 1993; CLIFFORD et al., 2002; MARTINI et al., 2003; PIMENTEL et al., 2011).

A presença de compostos fenólicos é referida como sendo um grupo de substâncias de grande importância na proteção contra herbívoros, microorganismos, excesso de radiação ultravioleta e ainda, proteger o protoplasto celular mantendo sua integridade quando sujeito a estresse hídrico (SWAIN, 1979; CARMELO et al., 1995; TAIZ; ZAIGER, 2006; PAIVA; MACHADO, 2008). Farmacologicamente as substâncias fenólicas apresentam propriedades adstringentes, cicatrizantes, antissépticas, antioxidantes, vasoconstrictores, hemostáticas e anti-inflamatórias (CUNHA; BATISTA, 1999; KUKLINSKI, 2000; ROCHA et al., 2002; RAPHAEL; KUTTAN, 2003; OSADEBE; OKOYE, 2003). De acordo com Rocha et al. (2002) acredita-se que existem outras funções relacionadas às substâncias fenólicas, embora ainda haja dúvidas quanto à totalidade de suas funções. Nas espécies de Myrteae estudadas, os compostos fenólicos, além de registrado nas estruturas secretoras, também foram observados em células não especializadas. Produção de metabólitos secundários em células não especializadas foi também observada por Barros e Teixeira (2008) em espécies de *Indigofera* (Leguminosae).

Os idioblastos contendo polissacarídeos encontrados nas espécies estudadas podem estar associados à reserva de água e carboidratos. Segundo Hegnauer (1969) apud Gregory e Baas (1989), em *Althaea officinalis,* a fração ácida da secreção é responsável pela reserva de água enquanto a fração neutra está relacionada à reserva de carboidratos. Além disso, por apresentarem propriedades hidrofílicas, os polissacarídeos estão relacionados com a manutenção do potencial hídrico. A reserva de água é feita pela fração ácida, a qual tem seu pico de produção nos meses do verão e a reserva de carboidratos é feita pela fração neutra, a qual mostra um máximo de

produção durante o inverno. Apenas as espécies de *Psidium* e *Plinia* apresentaram idioblastos com polissacarídeos ácidos, o que sugere que os mesmos podem auxiliar na identificação dos gêneros, entretanto, faz-se necessários estudos que avaliem o quanto este caráter pode ser conservativo ou apresentar plasticidade em função de influências bióticas e abióticas.

1.2.6 Conclusão

A morfologia, localização e funcionamento das estruturas secretoras conferem proteção à flor em suas diferentes fases de desenvolvimento. A variedade de substâncias químicas secretadas por estas estruturas está envolvida de maneira fundamental nas interações bióticas e abióticas. Não houve associação entre as estruturas secretoras e a segregação destas espécies, no entanto, a presença de secreção constituída por diferentes classes de substâncias químicas é essencial na manutenção das interações ecológicas e desempenham importante papel biológico, apontando perspectivas para realização de estudos experimentais com abordagem ecofisiológica.

1.3 MAPEAMENTO E INVENTÁRIO DO ARBORETO DO JARDIM BOTÂNICO DA UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO

Emanuel José Gomes de Araújo, Marco Antonio Monte, Anna Luiza de Sousa Oliveira, Iohann Soares de Souza Lima, Pedro Vaz da Rocha, Stephany da Silva Guilherme & Thales Costa de Lima

1.3.1 Resumo

O presente trabalho objetivou realizar o mapeamento e o inventário quantitativo das espécies florestais em arboreto do Jardim Botânico (JB) da UFRRJ. O JB possui área de 14 ha e está localizado nas coordenadas 22°45'57"S e 43°41'34"W. Foram mensuradas as plantas arbóreas com diâmetro a 1,30 m do solo (*DAP*) ≥ 5,0 cm. Estas plantas foram identificadas botanicamente seguindo a norma da Angiosperm Phylogeny Group III (APGIII). Estimaram-se a diversidade de Shannon-Weaver e equabilidade de Pielou. As variáveis dendrométricas mensuradas foram: circunferência à 1,30 m do solo (*CAP*), altura total (*Ht*), altura do fuste (*Hf*) e diâmetro de copa (*Dc*), cujas análises foram realizadas por meio de estatística descritiva. Utilizando equações disponíveis na literatura foram estimados o volume total e o estoque de carbono. As plantas foram georreferenciadas, o que possibilitou avaliar a espacialização das árvores, do estoque de carbono e da sobreposição de copa empregando análise geoestatística. A riqueza florística do Jardim Botânico é elevada, com altos valores de diversidade. As 212 plantas mensuradas se distribuem em 29 famílias e 83 espécies, com destaque para a família Fabaceae, com 29 espécies amostradas (35% do total). A estrutura diamétrica apresentou formato de J-invertido, seguindo estruturas usuais de florestas inequiâneas, sendo a moda igual a 5,9 cm e a média igual a 26,78 cm. A distribuição espacial das árvores é aleatória, mas com sobreposição de copas, indicando necessidade de manejo em algumas árvores. O inventário quantitativo permitiu caracterizar a estrutura diamétrica do arboreto, e pode subsidiar estratégias sobre a melhor forma de manejá-las. Destaca-se a importância do arboreto para conservar espécies em perigo como a *Paubrasilia echinata* (Pau-Brasil).

Palavras-chave: Carbono. Espacialização. Geoestatística. Mensuração Florestal.

1.3.2 Introdução

A criação de Jardins para fins paisagísticos é conhecida desde a antiguidade, com destaque para os Jardins Suspensos da Babilônia, na Mesopotâmia, criado em em VI a. C. pelo rei Nabucodonosor. O primeiro Jardim Botânico que agregou uma coleção de plantas para fins de ensino e pesquisa, foi criado por Teofrasto, próximo a Atenas, na Grécia, cerca de 370 a.C. (BYE, 1994). Na era moderna, o Jardim Botânico reapareceu apenas no século XVI em Pisa, na Itália. No Brasil, o primeiro Jardim Botânico foi fundado na cidade de Belém, no Pará, em 1798 (HOEHNE et al., 1941). No Rio de Janeiro, o Jardim Botânico foi fundado em 1808, sendo o de maior expressão no Brasil nos dias atuais (MICHAHELLES, 2000), que amplia suas finalidades para aprimoramento de recursos humanos, sociais, culturais, científicos e ambientais (JBRJ, 2016).

Os Jardins Botânicos estão resguardados pela Lei 6.938/81, do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), que estabeleceu diretrizes e normativas para criação e funcionamento dos Jardins Botânicos no Brasil. Esta Lei define os Jardins Botânicos como uma área projetada

de forma a acolher coleções de plantas vivas cientificamente identificadas e documentadas, aberto todo ou em partes ao público, tendo como finalidade o estudo, a pesquisa, a conservação do patrimônio florístico nacional, além de educação, cultura e lazer (CONAMA, 1981).

O Jardim Botânico da UFRRJ foi registrado oficialmente no Ministério do Meio Ambiente em 2012, mas sua criação data de 1980, por isso é possível observar uma coleção de plantas nativas dos Biomas brasileiros, desde herbáceas a espécies arbóreas, bem como espécies exóticas. Desde sua fundação até os dias atuais, o JB-UFRRJ possui em sua coleção mais de 1.500 espécies de plantas vivas, dos mais diversos hábitos e origens, desde plantas ornamentais, medicinais, de interesse agronômico, apícolas e espécies ameaçadas de extinção, de ocorrência rara e endêmicas (CYSNEIROS, 2011; BRAZ, 2012; MOURA; BRAZ, 2012). Esta diversidade de espécies proporciona ao mesmo tempo duas situações antagônicas: a) a maior riqueza é necessária para garantir beleza cênica do local, conservação de maior número de espécies, entre outros e b) maior dificuldade para o manejo, uma vez que cada espécie possui hábito diferenciado. Por isso, é fundamental que sejam obtidas informações individualizadas por espécies a fim de obter estimativas que possam auxiliar em tomadas de decisões na melhor forma de manejo. Assim, a realização de inventário qualitativo e quantitativo é importante para que se possa maximizar a aquisição dessas informações e, consequentemente, obter estimativas que auxiliarão no manejo da área.

1.3.3 Material e Métodos

a) *Coleta dos dados*

A área de coleta foi o arboreto do JB-UFRRJ, localizado nas coordenadas 22°45'57''S e 43°41'34''W e área total de 2,26 hectares. Os dados foram obtidos a partir da medição de todas as plantas (censo) do arboreto com diâmetro a 1,30 m do solo (*DAP*) igual ou superior a 5,0 cm. Estas plantas foram georreferenciadas utilizando GPS Garmin Map 62s e identificadas a nível de família gênero e espécie, seguindo o sistema de classificação botânica Angiosperm Phylogeny Group III (APG III, 2009). As plantas também foram classificadas quanto à origem (nativa, exótica, cultivada ou naturalizada), quanto ao domínio fitogeográfico (Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica e Pantanal) e quanto ao estado de conservação, segundo a classificação da União Internacional para a Conservação da Natureza e dos Recursos Naturais (IUCN, 2012).

As variáveis dendrométricas mensuradas foram: circunferência à 1,30 m do solo (*CAP*), altura total (*Ht*), altura do fuste (*Hf*) e diâmetro de copa (*Dc*). A *CAP* foi mensurada utilizando fita métrica e, posteriormente, convertida em *DAP*, enquanto a *Ht* e *Hf*, utilizando o hipsômetro Vertex. A altura de copa (*Hc*) foi obtida pela diferença entre *Ht* e *Hf*. Para mensurar o *Dc* foi utilizada trena, sendo obtidas quatro medidas nos sentidos Norte-Sul (sentido inicial), Nordeste-Sudoeste, Leste-Oeste e Sudeste-Noroeste. Estas orientações foram realizadas com auxílio de bússola, considerando o sentido Norte-Sul como zero grau e variando 45°, a partir daí, até 135° (sentido Sudeste-Noroeste).

b) *Análise dos dados*

Para compreender a florística do arboreto, foram estimados os índices de diversidade de Shanon-Weaver (H') e de equabilidade de Pielou (J). As variáveis *DAP*, *Ht*, *Hf* e *Hc* foram analisadas por meio das estatísticas descritivas (média, variância, desvio padrão, coeficiente de variação, assimetria, curtose, etc), bem como suas distribuições de frequências. Para a variável diâmetro, foram consideradas classes com amplitude de 10 cm e para a variável altura, classes com amplitude de 2,50 m. Nas árvores que apresentaram dois ou mais fustes, obteve-se o

diâmetro fundido (*DAPf*), a partir da seguinte relação matemática: *DAPf* = , em que *n* é o número de fustes da árvore. Com base no *DAP* foi calculada a área seccional (*g*) de cada árvore, por meio da relação: . Ainda, foram estimados o volume (*V*) e o carbono estocado (*C*) em cada árvore aplicando, respectivamente, as equações 1 (SCOLFORO et al., 2008) e 2 (BRIANEZI et al., 2013). Com estas estimativas foi possível obter os estoques médios em volume e carbono para cada espécie.

(1)

$R^2 = 99{,}27\%$ e $S_{yx} = 23{,}24\%$

(2)

$R^2 = 82{,}67\%$ e $S_{yx} = 58{,}88\%$

A partir do posicionamento geográfico das árvores, foram elaborados mapas com a projeção das copas em relação a suas características dendrométricas. A área útil das plantas do arboreto foi estimada por meio do diagrama de Voronoi, conforme demonstração apresentada por Kleinn e Vilcko (2006). Para a variável carbono (*C*) estocado nas árvores, aplicou-se a análise variográfica e ajustaram-se os modelos Exponencial, Gaussiano e Esférico (YAMAMOTO; LANDIM, 2013). O método aplicado nesses ajustes foi o dos mínimos quadrados ordinários. O melhor modelo ajustado foi escolhido com base na validação cruzada e no erro médio de estimativa. A partir dos parâmetros efeito pepita, contribuição e alcance, também foram obtidos os valores de índice de dependência espacial (*IDE*) para cada modelo ajustado. Após a avaliação da estrutura de continuidade espacial, aplicou a krigagem ordinária para espacializar o carbono estocado no arboreto. Todas as análises foram realizadas em planilhas do pacote Microsoft Excel, no Ambiente R e no ArcGIS 10.2.

1.3.4 Resultados

O índice de diversidade do Jardim Botânico foi bastante elevado, com valor de Shannon-Weaver de 4,03 e equabilidade de Pielou igual a 0,91. Foram amostradas 212 plantas (totalizando 325 fustes), distribuídas em 29 famílias botânicas e 83 espécies (Tabela 6). Destas, 12 espécies (14 árvores) não foram identificadas e, por isso, receberam a denominação de Morfo-Espécies. No arboreto predominam espécies oriundas de biomas brasileiros, com 79% das espécies (167 árvores). As demais árvores são classificadas como exóticas (9%), cultivadas (5%) e naturalizada (1%). A espécie *Handroantus impetiginosus* apresenta o maior número de árvores no arboreto (21), demonstrando a sua predominância. Em seguida, com 10 árvores cada, aparecem as espécies *Paubrasilia echinata* e *Pinus* sp., sendo esta última classificada como cultivada. A grande maioria das espécies (71%) apresenta apenas uma, duas ou três árvores, corroborando com a alta diversidade de espécies e distribuição equalizada das árvores.

As espécies pioneiras ocorrem com maior frequência, representando 53% das plantas arbóreas (112 árvores), seguido pelas secundárias inicial e tardia (22%) e clímax (5%). As árvores sem classificação quanto ao grupo ecológico somam 20%. Quanto ao estado de conservação das espécies, verificou-se que a espécie *P. echinata* (Pau-Brasil), da família Fabaceae, enquadra-se atualmente na categoria "em perigo", com 10 árvores no arboreto. A espécie *H. impetiginosus* (Ipê Roxo), da família Bignoniaceae, que se enquadra na categoria "quase ameaçada", possui 21 árvores no arboreto. Estas espécies juntas perfazem, aproximadamente, 15% das árvores do arboreto.

A família Fabaceae apresenta o maior número de espécies no arboreto, com 29 espécies (7 são Morfo-Espécies), representando 35% do total (Figura 17). Na sequência, as famílias Bignoniaceae e Malvaceae são as que apresentam maior destaque, com cinco espécies (6%) cada uma. Dentre as 12 Morfo-Espécies, sete são da família Fabaceae, duas da família Asparagaceae e três foram indeterminadas. As demais famílias apresentam cada uma, menos de 6% do total de espécies.

O gênero *Handroanthus*, da família Bignoniaceae, possui 34 árvores, sendo o gênero de maior riqueza, englobando as espécies Ipê roxo (*H. impetiginosus*), Ipê rosa (*H. heptaphylla*) e Ipê amarelo (*H. ochraceus* e *H. chrysotrichus*), ambas nativas e pioneiras (Tabela 6). Outra espécie de Ipê presente no arboreto é a *Tabebuia roseoalba* (Ipê Branco) com cinco árvores. Também merece destaque os Ingás, com 16 árvores das espécies *Inga cylindrica*, *I. laurina* e *I. sessilis.*

Tabela 6 - Espécies do arboreto no Jardim Botânico da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, campus Seropédica, RJ.

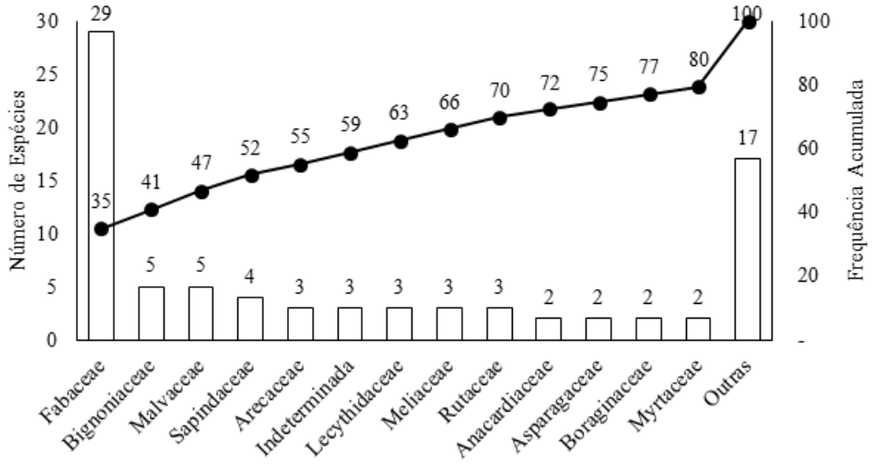
Espécie	**Família**		**QI**			**Ht**	**Hf**	**Hc**	**G**	**Vt**	**C**
Anadenanthera colubrina var. cebil (Griseb.) Altschul	Fabaceae	P	2	2			6,30	8,70	0,3347	4,8544	1,0579
Basiloxylon brasiliensis (All.) K. Schum.	Malvaceae	ST	1	1			1,30		0,1887	2,8980	0,6827
Bauhinia variegata L.	Fabaceae		3	7		8,18	3,15	5,03	0,2798	1,4942	0,8750
Byrsonima sericea DC.	Malpighiaceae	P	3	4		8,58	3,25	5,33	0,1781	1,0555	0,5710
Calophyllum inophyllum L.	Calophyllaceae		1	3		9,83	3,90	5,93	0,0970	0,6172	0,3545
Cariniana estrellensis (Raddi) Kuntze	Lecythidaceae	C	1	1			6,00		0,1887	2,2689	0,6100
Cassia grandis L.f.	Fabaceae	P	7	12			6,95	6,05	0,6371	5,6342	2,3447
Cassia fistula Benth.	Fabaceae		1	2		7,35	3,55	3,80	0,0227	0,1030	0,0913
Casuarina equisetifolia L.	Casuarinaceae	P	4	9			2,76	8,39	0,9348	8,6821	2,7324
Cecropia pachystachya Trécul	Urticaceae	P	1	2		9,05	6,35	2,70	0,0324	0,1801	0,1316
Cedrela odorata L.	Meliaceae	ST	2	2	9,57	5,00	3,25	1,75	0,0165	0,0661	0,0628
Ceiba speciosa (A.St.-Hil.) Ravenna	Malvaceae	P	3	3			5,13	7,33	0,4671	4,4673	1,3553
Centrolobium tomentosum Guillem. ex Benth.	Fabaceae	P	4	4			6,05	6,28	0,2693	2,4905	0,8930
Citrus sp.	Rutaceae		1	3		6,57	2,27	4,30	0,0626	0,2725	0,2118
Cordia superba Cham.	Boraginaceae	P	2	3		8,85	5,85	3,00	0,1502	0,8672	0,4557
Cordia trichotoma (Vell.) Arráb. ex Steud.	Boraginaceae	SI	1	1			6,10	4,50	0,0484	0,3360	0,1679
Couroupita guianensis Aubl.	Lecythidaceae		1	1			3,90		0,1560	1,6358	0,4954
Cupania oblongifolia Mart.	Sapindaceae	P	3	5		9,90	4,27	5,63	0,0980	0,5738	0,3771
Cupressus macrocarpa Hartw. ex Gordon	Cupressaceae		2	13		5,46	2,06	3,40	0,0559	0,1941	0,2444
Dalbergia nigra (Vell.) Allemão ex Benth	Fabaceae	P	3	5			5,77	7,70	0,3465	2,9309	1,1516
Elaeis guineensis Jacq.	Arecaceae		1	1		9,30	3,60	5,70	0,2578	1,8586	0,6118
Enterolobium contortisiliquum (Vell.) Morong	Fabaceae	P	1	1			7,50	9,50	0,4974	6,1775	1,2966

Erythrina speciosa Andrews	Fabaceae	P	1	1	5,25	1,30	1,20	0,10	0,0022	0,0021	0,0064
Erythroxylum pulchrum A.St.-Hil.	Erythroxylaceae	SI	2	8		9,68	5,36	4,31	0,1143	0,7105	0,4873
Eugenia uniflora L.	Myrtaceae	P	1	3		5,57	3,00	2,57	0,0121	0,0401	0,0537
Ficus beijamina L.	Moraceae		2	3			3,15		0,2782	2,8309	0,9710
Filicium decipiens (Wight & Arn.) Thwaites	Sapindaceae		1	2	8,15	4,60	2,10	2,50	0,0052	0,0144	0,0236
Gallesia integrifolia (Spreng.) Harms	Phytolaccaceae	ST	1	2			6,15	4,50	0,0348	0,2339	0,1472
Genipa americana L.	Rubiaceae	SI	2	2		8,35	5,25	3,10	0,0452	0,2502	0,1673
Guarea guidonia (L.) Sleumer	Meliaceae	ST	3	7		6,60	3,15	3,45	0,0551	0,2188	0,2238
Handroanthus cf *ochraceus* (Cham.) Mattos	Bignoniaceae	P	2	2	9,26		6,05	4,00	0,0136	0,0777	0,0683
Handroanthus chrysotrichus (Mart. ex DC.) Mattos	Bignoniaceae	P	7	11		6,10	3,54	2,56	0,0939	0,3993	0,3680
Handroanthus heptaphylla (Vell.) Toledo	Bignoniaceae	P	4	5		6,00	3,65	2,35	0,0369	0,1547	0,1547
Handroanthus impetiginosus (Mart. ex DC.) Mattos	Bignoniaceae	P	21	23		8,05	3,83	4,21	0,6626	3,9082	2,1682
Hevea brasiliensis (Willd. ex A.Juss.) Müll.Arg.	Euphorbiaceae		1	1			4,20		0,1052	0,9946	0,3498
Inga cylindrica (Vell.) Mart.	Fabaceae	P	9	11			6,15	5,04	0,7596	8,3222	2,5491
Inga laurina (Sw.) Willd.	Fabaceae	ST	5	12			5,53		2,5472	32,3477	6,6286
Inga sessilis (Vell.) Mart.	Fabaceae	P	2	5		8,97	3,93	5,03	0,2192	1,3846	0,7226
Khaya grandifoliola A. Juss.	Meliaceae		2	2			7,75	3,45	0,0249	0,1601	0,1150
Lecythis pisonis Cambess.	Lecythidaceae	ST	7	8			5,24	7,34	0,7096	6,3749	2,2587
Libidibia ferrea (Mart. ex Tul.) L.P.Queiroz	Fabaceae	ST	4	4			3,85	7,23	0,2997	2,6013	0,9783
Licania rigida Benth.	Chrysobalanaceae	SI	1	5		7,42	4,10	3,32	0,0304	0,1329	0,1382
Luehea divaricata Mart. & Zucc.	Malvaceae	P	1	1			5,50	4,50	0,0176	0,1067	0,0729
Machaerium hirtum (Vell.) Stellfeld	Fabaceae	P	4	4			6,45	5,05	0,5516	4,3888	1,5376
Machaerium paraguariense Hassl.	Fabaceae	P	1	1	7,64	6,90	3,60	3,30	0,0046	0,0184	0,0216
Metrodorea nigra A.St.-Hil.	Rutaceae	SI	1	4			3,53	7,03	0,0429	0,2702	0,1995
Morfo-Espécie 1	Fabaceae		1	2			6,25	7,20	0,4501	4,2564	1,2450
Morfo-Espécie 2	Asparagaceae		1	1	5,19	3,20	1,80	1,40	0,0021	0,0043	0,0087
Morfo-Espécie 3	Asparagaceae		2	2	5,89	3,80	2,50	1,30	0,0055	0,0129	0,0228
Morfo-Espécie 4	Indeterminada		1	2		5,65	3,55	2,10	0,0382	0,1460	0,1244
Morfo-Espécie 5	Indeterminada		1	1			5,90	4,50	0,0332	0,2197	0,1232
Morfo-Espécie 6	Fabaceae		1	1		6,90	3,00	3,90	0,0109	0,0470	0,0433
Morfo-Espécie 7	Fabaceae		1	1			7,30	9,90	0,1616	1,8395	0,5285
Morfo-Espécie 8	Fabaceae		1	1			4,70	5,70	0,0812	0,5799	0,2524
Morfo-Espécie 9	Fabaceae		1	1				5,90	0,0168	0,1534	0,0850
Morfo-Espécie 10	Fabaceae		1	1				8,00	0,2166	2,8917	0,7111
Morfo-Espécie 11	Fabaceae		1	1			4,20	6,50	0,0542	0,3824	0,1844
Morfo-Espécie 12	Indeterminada		2	2		6,75	4,45	2,30	0,0220	0,0912	0,0852
Murraya paniculata (L.) Jack	Rutaceae		1	2	8,28	3,55	2,90	0,65	0,0054	0,0121	0,0219

Myracrodruon urundeuva Allemão	Anacardiaceae	SI	1	2		9,20	4,45	4,75	0,0644	0,4059	0,2270
Pachira aquatica Aubl.	Malvaceae		2	2			2,55	9,00	0,2790	2,4574	0,8155
Pachira glabra Pasq.	Malvaceae	SI	1	1			5,90	5,40	0,0977	0,7584	0,3020
Paubrasilia echinata (Lam.) E. Gagnon, H.C. Lima & G.P. Lewis	Fabaceae	C	10	21			4,16	7,04	0,6985	5,6242	2,5453
Peltophorum dubium (Spreng.) Taub.	Fabaceae	ST	1	3		9,13	5,30	3,83	0,0848	0,5154	0,3002
Pereskia grandifolia Haw.	Cactaceae		3	5		3,55	1,18	2,37	0,0383	0,0976	0,1244
Pinus sp.	Pinaceae	P	10	10			3,37	8,62	1,2558	16,1123	3,9619
Pleroma granulosa (Desr.) D. Don	Melastomataceae	P	2	4		4,78	2,85	1,93	0,0517	0,1694	0,1697
Poincianella pluviosa (DC.) L.P.Queiroz	Fabaceae	ST	2	3			6,58	6,50	0,2151	1,9878	0,7073
Psidium guajava L.	Myrtaceae	P	1	2		5,65	2,40	3,25	0,0322	0,1258	0,1101
Pterocarpus rohrii Vahl	Fabaceae	SI	4	7		8,96	4,53	4,43	0,1191	0,6809	0,4745
Roystonea oleracea (Jacq.) O.F. Cook	Arecaceae		1	1			6,50	6,60	0,1743	1,6026	0,5076
Samanea cf *tubulosa* (Benth.) Barneby & J.W.Grimes	Fabaceae	P	2	2		8,95	4,60	4,35	0,1516	1,1306	0,4357
Sapindus saponaria L.	Sapindaceae		1	1	6,21	5,50	3,20	2,30	0,0030	0,0097	0,0142
Schefflera morototoni (Aubl.) Maguire et al.	Araliaceae	SI	1	1	5,57	5,00	3,50	1,50	0,0024	0,0071	0,0116
Schinus terebinthifolius Raddi	Anacardiaceae	P	2	2			3,70	6,40	0,0531	0,3638	0,2056
Schizolobium parahyba (Vell.) Blake	Fabaceae	P	3	3			8,87	5,27	0,2673	3,0168	0,9289
Stifftia chrysantha J.C. Mikan	Asteraceae		2	8		3,85	1,66	2,19	0,0251	0,0650	0,1054
Swartzia langsdorffii Raddi	Fabaceae		2	2			4,80	7,80	0,1668	1,5660	0,5622
Swartzia oblata R.S.Cowan	Fabaceae	ST	1	1			3,70	6,80	0,0554	0,3856	0,1863
Syagrus romanzoffiana (Cham.) Glassman	Arecaceae	P	5	5			5,72	4,58	0,2669	1,8537	0,8967
Tabebuia roseoalba (Ridl.) Sandwith	Bignoniaceae	SI	5	6		6,91	2,92	3,99	0,1353	0,8063	0,4672
Tabernaemontana hystrix Steud.	Apocynaceae	SI	1	2		4,70	3,30	1,40	0,0157	0,0482	0,0576
Talisia esculenta (Cambess.) Radlk.	Sapindaceae	P	1	1		8,30	5,40	2,90	0,0183	0,0961	0,0704
Total Geral	**28 Famílias**					**9,95**	**4,50**	**5,45**			

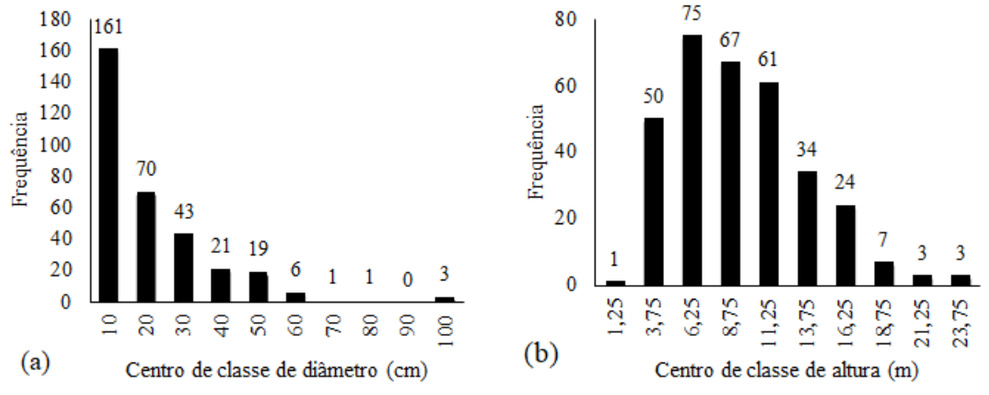
GE = grupo ecológico; *P* = pioneira; *SI* = secundária inicial; *ST* = secundária tardia; *C* = clímax; *QI* = quantidade de árvores; *QF* = quantidade de fustes; *DAPf* = média do diâmetro fundido a 1,30 m do solo (*cm*); *Ht* = média da altura total (*m*); *Hf* = média da altura de fuste (*m*); *Hc* = média altura de copa (*m*); *G* = área basal (m^2); *Vt* = volume total (m^3) e *C* = carbono estocado total (*t*)

Figura 17 - Número de espécies por famílias botânicas do Jardim Botânico da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, campus Seropédica, RJ.



A distribuição diamétrica se assemelha à de florestas inequiâneas, apresentando distribuição exponencial negativa (Figura 18a), na qual a maior parte dos fustes encontra-se nas menores classes de diâmetro. Na classe de 10 cm foi observada a frequência de 161 fustes. Isso garante que a longo prazo, devido ao crescimento da floresta esses fustes avancem nas classes sucessivas de diâmetro. A altura total apresenta distribuição assimétrica à esquerda (Figura 18b), neste caso, caracterizando pela maioria dos fustes nas menores classes de altura. A classe com valor central 6,25 m apresentou a maior frequência com 75 fustes.

Figura 18 - Distribuição diamétrica (a) e da altura (b) dos indivíduos do Jardim Botânico da UFRRJ, campus Seropédica, RJ.



Na Tabela 7 é apresentada as estatísticas descritivas, considerando o diâmetro fundido, para as 212 árvores do arboreto do Jardim Botânico. O diâmetro médio das árvores é 26,78 cm e a altura total média é 9,95 m (4,5 m de altura média de fuste e 5,45 m de altura média de copa). O volume total estocado no arboreto foi de 166,12 m^3 (Tabela 6), equivalente a uma média de 0,78 m^3 árvore^{-1}. O carbono estocado por árvore, em média, é de 0,26 Mg árvore^{-1}, totalizando 54,8 Mg no arboreto (Tabela 6).

A variabilidade entre as árvores foi alta. Para o volume total, por exemplo, o coeficiente de variação foi aproximadamente 192%. A de menor variabilidade foi a altura total (44,61%), porém, ainda considerada alta para as condições de plantio do arboreto. A alta variabilidade das variáveis diâmetro e altura também estão associados a suas distribuições de frequências assimétricas.

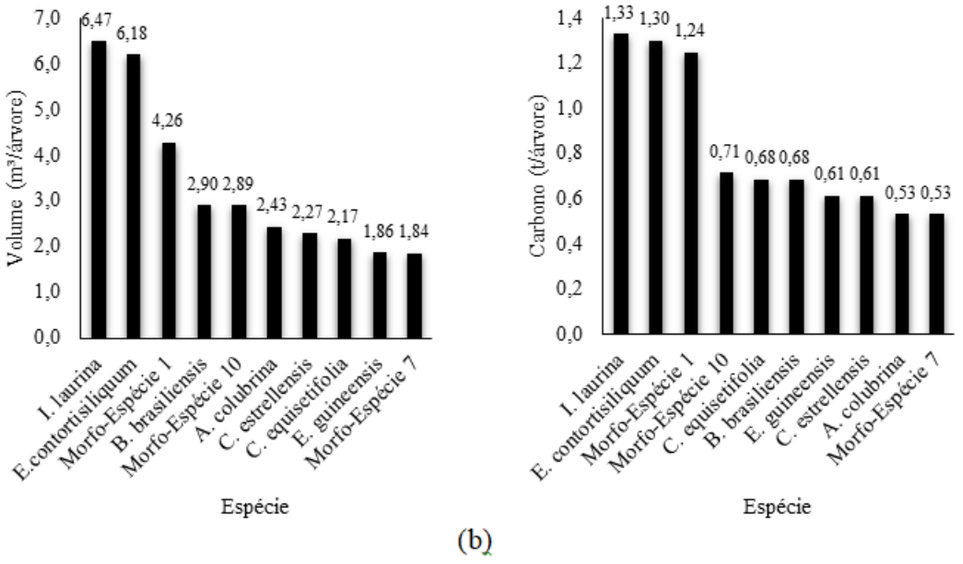
Tabela 7 - Estatísticas descritivas das árvores do arboreto no Jardim Botânico da UFRRJ, *campus* Seropédica, RJ.

Estatística	DAPf	Ht	Vt	C
Média	26,78	9,95	0,78	0,26
Erro padrão	1,24	0,30	0,10	0,02
Mediana	21,93	9,30	0,24	0,14
Moda	5,89	9,20	-	-
Desvio padrão	18,07	4,44	1,50	0,32
Coeficiente de Variação (%)	67,46	44,61	191,76	122,67
Variância	326,48	19,71	2,26	0,10
Curtose	2,36	0,60	19,69	8,20
Assimetria	1,37	0,76	4,02	2,54
Intervalo	93,17	23,40	10,57	1,88
Mínimo	5,19	1,30	0,00	0,01
Máximo	98,36	24,70	10,57	1,89
Soma	5678,39	2109,86	166,12	54,81
Número de Árvores	212	212	212	212

DAPf = diâmetro fundido a 1,30 m do solo (cm); *Ht* = altura total (m); *Vt* = volume total (m^3) e *C* = carbono estocado (t).

As espécies *I. laurina* e *E. contortisiliquum* são as que mais estocam volume de madeira e carbono, em média, por árvore (Figura 19). A *I. laurina* apresenta volume médio de 6,47 m^3 $árvore^{-1}$ e estoca 1,33 Mg $árvore^{-1}$ de carbono. A *E. contortisiliquum* aparece em seguida com volume e estoque de carbono de 6,18 m^3 $árvore^{-1}$ 1,30 Mg $árvore^{-1}$, respectivamente. Merecem destaque as Morfo-Espécies e 1 e 10, que apesar de ocorrerem com apenas uma árvore no arboreto, possuem grande porte diamétrico e de altura, conferindo alto estoque em volume de madeira e carbono.

Figura 19 - Estoque médio, por árvore, em volume (a) e carbono (b) do arboreto no Jardim Botânico da UFRRJ, campus Seropédica, RJ.

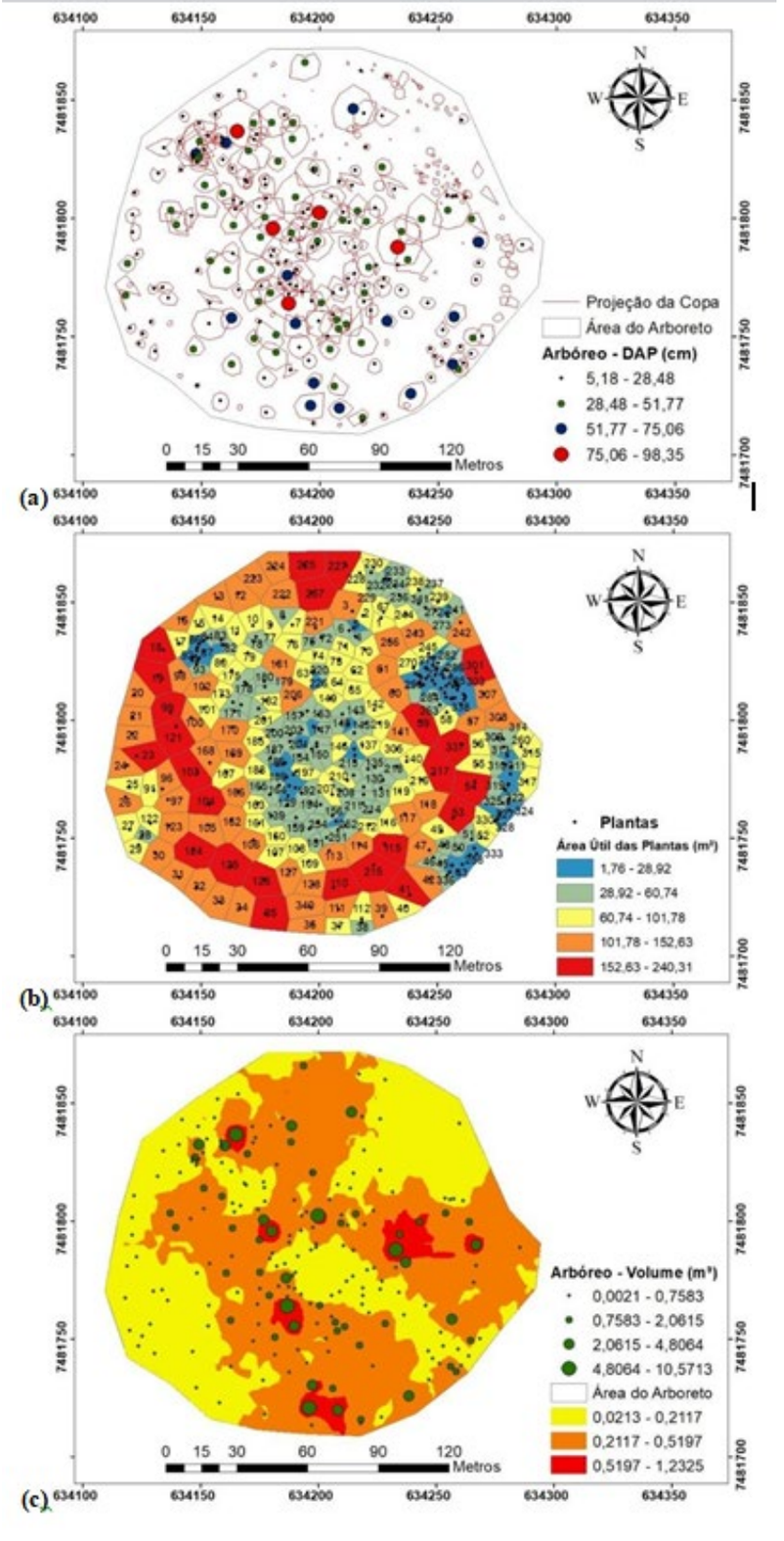


A projeção das copas das árvores mostra que existe uma concentração das árvores de maior área de copa na região central do arboreto (Figura 20a). Essa agregação de árvores, além de contribuir para a formação de maior sombreamento, também favorece maior sobreposição das copas das árvores, aumentando a competição entre as árvores. Esse padrão fica evidente quando se avalia a área útil das árvores (Figura 20b), que indica os menores espaços (1 a 30 m^2) entre árvores também na região central do arboreto. As árvores das bordas do arboreto encontram-se com os maiores valores de área útil, podendo alcançar áreas de 100 a 240 m^2. Estas equivalem, por

exemplo, a espaçamentos aproximados de 10 x 10 m e 10 x 24 m, respectivamente, viabilizando menor competição por recursos do ambiente entre árvores.

A partir da análise de semivariância, detectou-se forte dependência espacial para a variável carbono, sendo o modelo exponencial o de melhor ajuste. Assim, a krigagem ordinária permitiu espacializar o carbono estocado, identificando uma maior concentração na parte central do arboreto, estendendo-se até as regiões sul e leste. Em alguns pontos a estocagem é superior a 1 Mg de carbono. Nestes locais encontra-se as árvores de maior diâmetro, altura total e de volume (Figura 20c). Como nas bordas do arboreto existe uma quantidade menor de árvores, o carbono estocado nessas regiões não ultrapassa 0,30 Mg.

Figura 20 - Projeção das copas (a), área útil das árvores (b) e espacialização do carbono (c) estocado no arboreto no Jardim Botânico da UFRRJ, campus Seropédica, RJ.



1.3.5 Discussão

A composição florística de uma área florestal corresponde ao conjunto de espécies arbóreas e representa a diversidade florística do local. No Jardim Botânico, a diversidade florística é bastante elevada, fato comprovado pelos elevados índices de diversidade de Shannon-Weaver (4,03) e equabilidade de Pielou (0,91). Tais índices são superiores à diversidade observada em fragmentos florestais conservados da Mata Atlântica. Peixoto et. al. (2004) compararam alguns levantamentos florísticos realizados em Floresta Atlântica do Estado do Rio de Janeiro, e os valores de H' variaram de 2,42 a 4,55. Em fragmentos naturais do Rio de Janeiro, com destaque para Kurtz e Araújo (2000) que encontram valores de H' = 4,20 e J = 0,85, para fragmentos de Floresta Atlântica em Cachoeira do Macacu, RJ e Silva e Nascimento (2001) que observaram diversidade de H' = 3,21, em remanescentes florestais no Norte do RJ. Ressalta-se que quanto maior o valor de Shannon-Weaver (H') e mais próximo de 1,0 o valor da equabilidade de Pielou (J), maior a riqueza florística da área. Conforme revisto por Souza e Soares (2013), a diversidade de espécies abrange dois conceitos importantes: a riqueza e a uniformidade. A riqueza refere-se ao número de espécies em determinada área, e pode ser avaliada por vários índices, chamados índices de diversidade.

É importante frisar que por se tratar de um local onde são efetuados plantios, com a escolha de diferentes espécies, é esperado que o valor da diversidade seja elevado. No entanto, tal fato representa maior dificuldade para manejá-las, pois requer o uso de arranjos que proporcionem crescimento adequado das mesmas.

A distribuição diamétrica apresentou formato em "J-invertido", padrão comum da estrutura de florestas inequiâneas (SILVA; NASCIMENTO, 2001). Tal padrão evidencia que o plantio tem sido realizado de forma constante no arboreto, além de crescimento diferenciado entre as plantas. A distribuição em J-invertido é importante para assegurar que, a longo prazo, árvores das classes inferiores migrem para as classes superiores, mantendo sempre a estrutura equilibrada. Por não ser um local que possui regeneração natural, é importante definir estratégias de plantio anual, com escolha de espécies adequadas e respeitando os estágios sucessionais de cada uma.

A distribuição assimétrica à esquerda da altura total demonstra que no arboreto são encontradas árvores de pequeno a médio porte, com maior proporção de indivíduos (cerca de 80%) inferiores a 12,0 m. Também, a estrutura diamétrica corrobora tal fato, visto que, aproximadamente, 50% das plantas possuem *DAP* inferior à 15,0 cm (centro de classe 10,0 cm). Ainda, este fato é corroborado com o valor da moda (Tabela 7), na qual a maior ocorrência refere-se às plantas com *DAP* igual a 6,0 cm e altura total de 9,0 m.

Esses resultados mostram que as plantas do Jardim Botânico estão em fase de crescimento, por isso é importante estabelecer protocolos de manejo diferenciados para cada espécie, a fim de promover o crescimento adequado das mesmas. Tal protocolo pode englobar tratos culturais como adubação, poda, controle de cipós, entre outros.

Ressalta-se que pelo fato de a distribuição de diâmetro e de altura total não seguirem uma distribuição normal (Tabela 7), as estimativas de média e desvio padrão devem ser usadas apenas como caráter ilustrativo. Esse padrão de distribuição pode explicar a alta variabilidade dos atributos mensurados (DAP, altura total, volume total e carbono). O *DAP* variou de 5 a 105 cm e a altura total de 1 a 25,0 m. Como o volume total e o estoque de carbono foram estimados a partir dessas duas variáveis dendrométricas, elas acabam por associar tal variação.

A distribuição espacial das árvores no arboreto apresenta-se bem homogênea, sem padrão de agregação visual. Contudo, já é evidenciada a sobreposição de copas (Figura 20a) de algumas árvores, que causam sombreamento em árvores menores, indicando a necessidade de poda.

Este levantamento quantitativo das árvores do Jardim Botânico poderá auxiliar na definição de estratégias de manejo adequadas, mas é necessário conciliar tais informações com as características ecológicas das espécies. É interessante destacar que até o momento, a uso das espécies tem seguido a sucessão ecológica com maior ocorrência de pioneiras, seguidas dos grupos ecológicos sequenciais. Mas a escolha de espécies que apresentam riscos de extinção como o Pau-Brasil, ressalta a importância desses locais na manutenção e conservação de espécies ameaçadas. Outras espécies importantes da Floresta Atlântica como a Braúna, Jacarandá, Jequitibá, Peroba, entre outras podem compor a coleção do Jardim Botânico.

Além da escolha de espécies que apresentam riscos de extinção, também podem ser utilizadas como critério de seleção aquelas que proporcionem maior estoque de carbono. Como foi observado na espacialização do carbono estocado (Figura 20c), as espécies do arboreto contribuem significativamente para a captura de gás carbônico da atmosfera (CO_2). Isso viabiliza a melhoria do ambiente, destacando, principalmente, a função do arboreto na minimização dos efeitos causados pelo aquecimento global e mudanças climáticas.

CAPÍTULO 2 - INDICADORES EDÁFICOS E BIOLÓGICOS

2.1 MACROFAUNA INVERTEBRADA E ATRIBUTOS FÍSICOS E QUÍMICOS DO SOLO SOB DIFERENTES COBERTURAS VEGETAIS NO JARDIM BOTÂNICO DA UFRRJ

Sandra Santana de Lima, Jayna Eloy da Rocha, Douglath Alves Corrêa Fernandes, Wilbert Valkinir Cabreira & Marcos Gervasio Pereira

2.1.1 Resumo

Conhecer os atributos do solo é de extrema importância para a manutenção do equilíbrio dos sistemas, nesse sentido, o objetivo deste estudo foi caracterizar os atributos físicos e químicos do solo e a macrofauna invertebrada para verificar possíveis relações entre estes em áreas sob diferentes coberturas vegetais. A pesquisa foi conduzida no Jardim Botânico do *campus* da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, localizado no município de Seropédica, RJ. Foram selecionadas três áreas localizadas em uma topossequência. A área 1 localiza-se no terço superior, caracterizada pela ocorrência de espécies arbóreas; a área 2, no terço médio onde observa-se a predominância de Poaceae (gramíneas) e a área 3 na parte mais baixa, composta por espécies arbóreas e gramíneas. A amostragem da macrofauna invertebrada do solo foi feita pelo método de monólitos, com dimensões de 25 x 25 cm e 10 cm de profundidade. Nas áreas com espécies arbóreas, adicionalmente coletou-se a serapilheira. Em cada ponto de amostragem foi retirada uma quantidade de solo para a análise de atributos químicos, sendo em cada uma das áreas aferida a temperatura e determinada a densidade do solo e a umidade. Os maiores teores de carbono orgânico (COT) e Al^{+3} em ambas as estações foram observados na área 1. Os maiores valores de densidade da macrofauna foram observados nas áreas 3 e 1 respectivamente. A cobertura do solo nas áreas do Jardim Botânico, tem sido eficiente para manutenção da maior densidade de indivíduos da macrofauna invertebrada no solo e favoreceu maior diversidade organismos na serapilheira nas áreas com espécies arbóreas.

Palavras-chave: Fauna do solo. Fertilidade. Matéria orgânica. Monitoramento.

2.1.2 Introdução

O solo é o habitat de uma infinidade de organismos, adicionalmente, em solos com cobertura vegetal natural, o carbono orgânico encontra-se em equilíbrio dinâmico, com teores praticamente constantes com o tempo (D'ANDRÉA et al., 2004). Essa condição resulta em benefícios para os atributos químicos, físicos, bem como para os organismos edáficos que têm papel fundamental em diversos processos no solo. Entre os organismos do solo a macrofauna é constituída por invertebrados que passam seu ciclo de vida, ou parte dele nos compartimentos do solo. São todos os indivíduos com diâmetro do corpo entre 2 a 20 mm, portanto visíveis a olho nu, compreendendo assim diversos grupos taxonômicos (AQUINO, 2001). Como exemplo desses organismos, tem-se: as aranhas, besouros, cupins, minhocas, formigas, lacraias, baratas, moscas, entre outros.

Os invertebrados do solo executam atividades de decomposição (detritívoros); ingestão do solo, promovendo sua agregação (geófagos); ingestão de plantas vivas (fitófagos e rizófagos); ingestão de outros animais (predadores); ingestão de alimento de origem vegetal e animal (onívoros) e parasitas (BROWN et al., 2009). Suas atividades atuam no aumento da regulação das populações microbianas, na decomposição da matéria orgânica e mineralização de nutrientes, resultando na excreção de coprólitos, proteínas, ureia, entre outros compostos orgânicos essenciais para a manutenção da sustentabilidade dos ecossistemas (COSTA, 2004). A exclusão da macrofauna do solo reduz a taxa de decomposição e a liberação de nutrientes da serapilheira (AQUINO, 2005). Além do exposto, esses organismos ainda podem promover alterações na distribuição e composição do banco de sementes do solo, já que estes podem compor a sua dieta, e como consequência haverá um rearranjo na composição das comunidades vegetais (COSTA, 2004).

Grupos como formigas, minhocas e cupins são considerados engenheiros do ecossistema e suas atividades proporcionam uma reestruturação no solo, modificando suas propriedades físicas como agregação e porosidade (LAVELLE et al., 1997). Também são capazes de produzir estruturas organominerais estáveis e persistentes por longos períodos de tempo, e são responsáveis por promover benefícios para o desenvolvimento de outros organismos menores no ambiente (AQUINO, 2001).

A presença da fauna edáfica pode caracterizar antecipadamente a reabilitação ou a degradação de um solo (LIMA et al., 2011), uma vez que estes indivíduos são muito sensíveis a qualquer mudança ocorrida no meio, podendo ocasionar a proliferação ou a redução e até mesmo a extinção de alguns indivíduos ou da comunidade inteira (CORREIA; OLIVEIRA, 2005). A partir do exposto, é de grande relevância o estudo desses organismos para o monitoramento das modificações ocorridas no sistema, assim como a manutenção e conservação do equilíbrio do solo em ambientes naturais ou agrícolas (SILVA et al., 2014). A densidade e a diversidade da fauna invertebrada podem ser influenciadas por diversos fatores ambientais como pH, temperatura, umidade, textura, porosidade, teores de nutrientes e matéria orgânica, além no manejo do solo.

O efeito da interação da macrofauna no solo promove a ciclagem bioquímica de nutrientes mediante fragmentação e incorporação de matéria orgânica, com poder de modificar sua estrutura física e composição química (CORREIA; OLIVEIRA, 2005). Diante do exposto, este trabalho tem como objetivo caracterizar atributos físicos e químicos do solo e a macrofauna invertebrada para verificar possíveis relações entre estes em áreas sob diferentes coberturas vegetais.

2.1.3 Material e métodos

O Jardim Botânico apresenta heterogeneidade em suas áreas, no que diz respeito à disposição das espécies vegetais, cobertura do solo e relevo. Por isso, foram escolhidas três áreas para o desenvolvimento desta pesquisa localizadas em sequência topográfica com pequena diferença de declive e com características distintas (Figura 21).

Figura 21 - Imagem de satélite do Jardim Botânico da UFRRJ, com destaque as áreas de coleta.

Fonte: Google Earth, 2016.

A área 1 localiza-se na parte mais alta da paisagem e é caracterizada pela ocorrência das famílias Rubiaceae, Lecythidaceae, Sapindaceae, Chrysobalanaceae e Fabaceae; na área 2 verifica-se a predominância de Poaceae (predomínio do gênero *Brachiaria* (Griseb)) rasteira e ausência de árvores e a área 3 está localizada na parte mais baixa onde ocorrem as árvores das famílias Euphorbiaceae, Fabaceae, Meliaceae, Myrtaceae e Sapotaceae, além de Poaceae. As áreas de estudo são apresentadas nas Figuras 22, 23 e 24.

Figura 22 - Área 1

Fonte: Foto - Sandra Lima.

Figura 23 - Área 2

Fonte: Foto - Sandra Lima.

Figura 24 - Área 3

Fonte: Foto - Sandra Lima.

As amostragens ocorreram em duas estações do ano, a primeira no início do mês de maio, após o período chuvoso, correspondendo a estação do outono e a segunda no início do mês de outubro, no período seco, referente à estação da primavera. A macrofauna invertebrada do solo foi coletada pelo método recomendado pelo Programa "Tropical Soil Biology and Fertility" (TSBF) descrito por Anderson e Ingram (1993). Os pontos de amostragens foram fixados em 10 metros entre si ao longo de cada transecto, determinado ao longo de cada área. Foram coletados cinco blocos de solo (amostras), com o auxílio de um gabarito metálico com dimensões de 25 x 25 cm (Figura 25) a 10 cm de profundidade (Figura 26). Nas áreas com espécies arbóreas foi coletada também a serapilheira contida na área do gabarito, sendo esse material posteriormente triado, coletando-se todos os indivíduos (Figura 27). Ressalta-se que as amostragens nas duas épocas de coletas foram realizadas no período da manhã entre 8:00 e 10:00 h a fim de padronizar as amostragens nos mesmos horários.

Figura 25 - Gabarito com dimensões de 25x25 cm

Fonte: Foto - Sandra Lima.

Figura 26 - Amostra coletada na profundidade de 0 a 10 cm

Fonte: Foto - Sandra Lima.

Figura 27 - Coleta da macrofauna da serapilheira

Fonte: Foto - Sandra Lima.

As amostras de serapilheira e solo foram dispostas em bandejas para a retirada dos indivíduos da macrofauna com o auxílio de pinças. Posteriormente os indivíduos foram acondicionados em potes plásticos contendo álcool a 70%, exceto os Oligochaeta que foram acondicionados em formol 0,1 mol L^{-1}. Posteriormente os organismos foram encaminhados ao Laboratório de Indicadores Edafo-Ambientais, localizado no Departamento de Solos do Instituto de Agronomia da UFRRJ, sendo realizada a identificação dos mesmos ao nível de classe e ordem com auxílio de lupa binocular e referências bibliográficas (GALLO et al.,1988).

Após a triagem dos invertebrados, de cada amostra foi retirada uma quantidade de terra para caracterização da textura do solo, a partir da análise granulométrica e análises dos atributos químicos do solo pH(H_2O), Al^{+3}, Mg^{+2}, Ca^{+2}, K^{+}, P de acordo com Embrapa (1997), e ainda os teores de carbono orgânico total (COT) de acordo com Yeomans e Bremner (1988). Em cada ponto de amostragem da macrofauna, inicialmente foram coletadas amostras indeformadas de solo, com o auxílio do anel de Kopecky, de acordo com Embrapa (1997). Das amostras de terra, também foi quantificada a umidade de solo. E em cada ponto de amostragem foi determinada a temperatura do solo, com auxílio de geotermômetro digital (Figura 26).

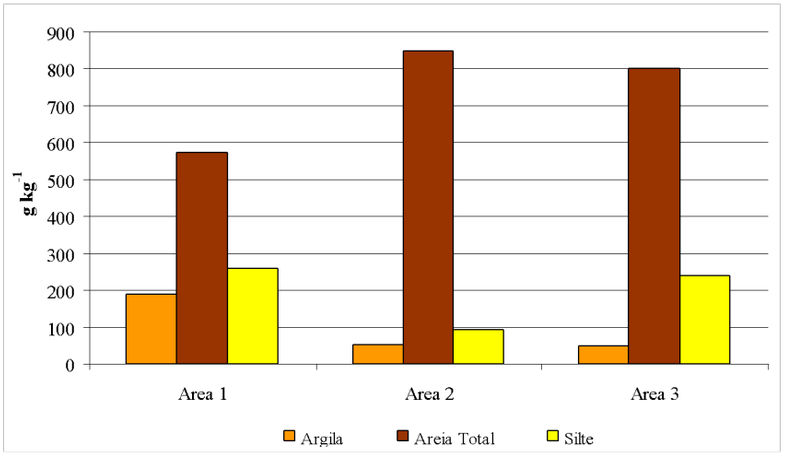
A partir da identificação e quantificação dos indivíduos coletados foram realizados cálculos da densidade da macrofauna, a partir da transformação do número de indivíduos coletados em cada amostra para número de indivíduos por metro quadrado (indivíduos m^{-2}). Além disso, foram calculados: índice de diversidade de Shannon, definido por $H = -\sum p_i \ln p_i$, onde H representa o índice de diversidade de Shannon e p_i é o número de indivíduos em uma determinada espécie; índice de equitabilidade de Pielou (e), definido por $e = H/\ln S$; ln é o logaritmo na base natural; S representa o número de espécies ou grupos; riqueza média (RM) representa o número médio de espécies da fauna coletados por amostra, em cada tratamento e a riqueza total de indivíduos.

Para análise dos atributos do solo, foi considerado o delineamento inteiramente casualizado. Para verificar as diferenças entre as médias dos grupos, os dados foram submetidos aos testes de Lilliefors e Cochran e Bartlett, para avaliar a normalidade e homogeneidade das variâncias dos dados, nessa ordem, pelo programa SAEG 5.0. As variáveis que atenderam a, pelo menos uma premissa, foram submetidas à análise de variância por ANOVA, e as médias foram comparadas pelo teste de t de Bonferroni, a 5% de probabilidade, pelo programa SISVAR, versão 5.3. Além disso, foram utilizadas duas matrizes: uma com os grupos da macrofauna (abundância) e outra com os atributos químicos, utilizando análise de correspondência canônica (ACC) que é recomendada para a análise de dados de espécies, e unidades amostrais com variáveis ambientais. Foi utilizado a extensão Biplot do programa Excel (Microsoft).

2.1.4 Resultados

Através da análise granulométrica verificou-se que a textura das áreas estudadas apresenta diferentes quantidades das frações argila, areia total e silte (Figura 28). Na área 1 foram observados os maiores valores de argila e silte e menores valores de areia total, enquanto a área 2 se destaca com os menores valores de argila e maior de areia total.

Figura 28 - Textura das áreas de estudo no Jardim Botânico da UFRRJ.



A umidade e a densidade do solo, das três nas áreas de estudo não diferiram entre si, indicando baixa variabilidade entre as áreas para estes atributos (Tabela 8). Quanto a temperatura do solo, os menores valores foram registrados na estação do outono (Tabela 9). Na Primavera, os valores médios da temperatura do solo não diferiram entre as áreas de coleta.

Tabela 8 - Umidade gravimétrica e densidade do solo em três áreas do Jardim Botânico da UFRRJ, na estação Outono no ano de 2015.

Tratamentos	Umidade Gravimétrica (%)	Densidade do solo (Mg m^3)
Área 1	13,83	1,36
Área 2	10,34	1,28
Área 3	10,05	1,26
CV%	30,23	11,39
Médias de quantas 5 repetições. A ausência de letras significa que não houve diferença entre as médias pelo teste de Bonferroni (P<0,05).		

Tabela 9 - Temperatura do solo nas áreas de estudo do Jardim Botânico da UFRRJ, nas estações Outono e Primavera no ano de 2015.

Tratamentos	Outono	Primavera
	Temperatura ºC	
Área 1	22,00 b	25,00
Área 2	23,00 a	26,00
Área 3	21,60 b	24,60
CV%	2,33	5,06
Médias de 5 repetições. Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Bonferroni (P<0,05). A ausência de letras significa que não houve diferença entre as médias.		

Os valores de pH em H_2O não diferiram entre as áreas nas duas estações (Tabela 10). Os teores de Al^{+3} diferiram entre as áreas no outono, sendo o maior valor observado na área 1, enquanto na primavera não foram verificadas diferenças entre as áreas. Para o Ca^{+2} na estação do outono, a área 3 se destacou por apresentar maiores teores, enquanto os menores foram

observados na área 2. Já na primavera o maior teor desse nutriente foi verificado na área 1. Para o Mg^{+2} não foi constatada diferença nos teores entre as áreas de estudo, porém na primavera os teores diferiram, sendo o maior valor observado na área 1 e o menor na área 3. Quanto aos teores de K^{+}, no outono constatou-se que os valores foram similares nas áreas 1 e 3 e apresentarem-se maiores em comparação a área 2, enquanto na primavera não foram observadas diferenças entre as áreas. Os maiores teores de P foram observados na área 3, enquanto os menores ocorreram nas áreas 1 e 2 que não diferiram entre si (Tabela 10). Esse padrão se repetiu na estação da primavera.

Tabela 10 - Atributos químicos do solo sob diferentes coberturas vegetaisno Jardim Botânico da UFRRJ.

Tratamentos	pH(H_2O)	Al^{+3}	Ca^{+2}	Mg^{+2}	K^{+}	P	COT
		----------$cmol_c\ kg^{-1}$ ----------				$mg\ kg^{-1}$	
			Outono				
Área 1	4,95 a	0,33 a	0,68 ab	2,46 a	0,12 a	5,00b	23,29 a
Área 2	5,40 a	0,12 b	0,29 b	2,22 a	0,08 b	4,00 b	10,21 b
Área 3	3,36 a	0,15 ab	0,90 a	2,93 a	0,12 a	16,00 a	13,66 ab
CV%	8,76	45,71	45,62	17,05	18,95	31,72	32,10
			Primavera				
Área 1	5,08 a	0,22 a	1,17 a	3,37 a	0,15 a	3,00 b	24,59 a
Área 2	5,29 a	0,14 a	0,50 b	2,84 ab	0,13 a	4,00 b	14,56 b
Área 3	5,15 a	0,22 a	0,64 ab	2,23 b	0,13 a	11,00 a	13,38 b
CV%	6,14	39,46	39,11	14,19	7,84	31,21	25,83

Médias seguidas de mesma letra, na mesma coluna, não diferem entre si pelo teste de Bonferroni (P<0,05).

No que se refere ao COT na estação outono, o maior teor foi quantificado na área 1 e o menor na área 2. Na primavera o maior valor também foi observado na área 1, porém para as áreas 2 e 3 não foram verificadas diferenças.

Quanto à fauna edáfica, considerando as estações de amostragem nas áreas com espécies arbóreas, os maiores valores de densidade foram observados na estação do outono (Tabela 11). Em ambas as estações, os valores no compartimento serapilheira foram baixos em relação à densidade no solo (Tabela 8). No outono, a maior densidade de indivíduos da macrofauna foi verificada na área 3, e a menor na área 2, na qual a cobertura do solo é composta por gramíneas. Na primavera, o maior valor de densidade de indivíduos foi verificado na área 3. Nas áreas 1 e 3 houve um pequeno declínio da densidade da macrofauna do outono para a primavera.

Tabela 11 - Índices ecológicos e riquezas de indivíduos da macrofauna edáfica do Jardim Botânico da UFRRJ, nas estações Outono e Primavera no ano de 2015.

Tratamentos	Ind m^{-2}	Erro Padrão	Shannon	Pielou	Riq. Média	Riq.Total
Outono						
Área 1 serap	227,20	179,55	0,66	0,28	1,80	5,00
Área 3 serap	89,60	33,02	3,14	0,91	3,00	11,00
Área 1 solo	1977,60	293,92	1,77	0,56	6,20	9,00
Área 2 solo	678,40	206,18	2,48	0,67	6,20	13,00
Área 3 solo	2854,40	2361,20	0,94	0,27	5,60	11,00
Primavera						
Área 1 serap	38,40	18,66	1,55	0,78	1,40	4,00
Área 3 serap	38,40	8,16	1,78	0,77	1,80	5,00
Área 1 solo	1270,40	602,55	1,79	0,50	6,20	12,00
Área 2 solo	1094,40	520,04	2,03	0,59	5,60	11,00
Área 3 solo	2742,40	2152,85	0,89	0,24	6,20	13,00

Para os índices de Shannon, Pielou, riqueza média e riqueza total na serapilheira na estação do outono, foram verificados valores mais baixos na área 1 (Tabela 8). Na área 3, embora tenha ocorrido uma menor densidade de indivíduos, foram observados os maiores valores dos índices ecológicos, bem como os de riqueza. Na primavera as áreas com espécies arbóreas apresentaram igual valor de densidade de indivíduos na serapilheira. Adicionalmente, os valores dos índices e riquezas no compartimento serapilheira, nessa estação, foram muito próximos. Para o compartimento solo, na estação do outono, observou-se que a área 2 apresentou valores altos dos índices ecológicos, padrão inverso foi observado na área 3, que apresentou valores baixos desses índices. Na primavera esse compartimento apresentou o mesmo padrão do outono com valores mais altos na área 2 seguida da área 1, sendo observado menores na área 3.

A frequência dos grupos de invertebrados no outono apresentada na Figura 29, revela que na serapilheira da área 1 predominou o grupo Formicidae, com maior frequência, enquanto a serapilheira da área 3 a frequência dos grupos foi distribuída de forma homogênea, sem maiores disparidades entre os grupos. No solo os grupos Formicidae e Isoptera foram registrados em maior frequência. Na primavera a distribuição da frequência está apresentada na Figura 30. A maior porcentagem de indivíduos de Isopoda ocorreu na serapilheira da área 1, enquanto no compartimento solo os grupos se destacaram com maior frequência na área 1 pelo grupo Isoptera e área 3 com Formicidae, na área 2 os dois grupos citados apresentaram frequências com valores próximos.

Figura 29 - Distribuição da frequência de indivíduos da macrofauna edáfica do Jardim Botânico da UFRRJ, no Outono do ano de 2015. Outros: Auchenorrycha, Blattodea, Diplopoda, Diplura, Heteroptera, Hymenoptera, L. de Diptera, Sternorrhyncha.

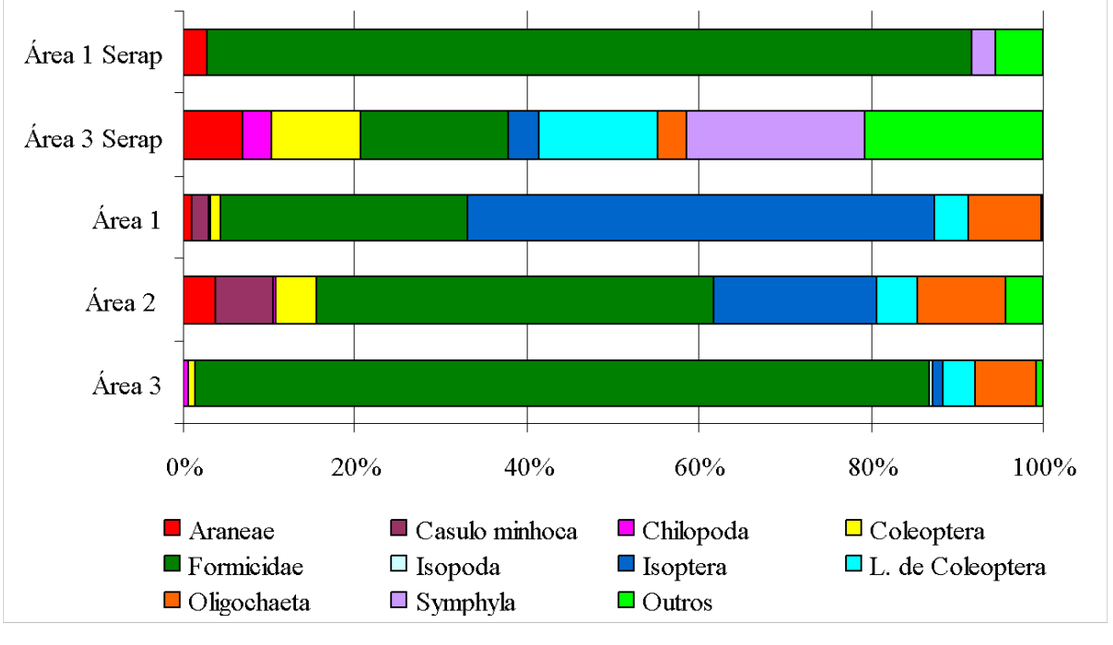
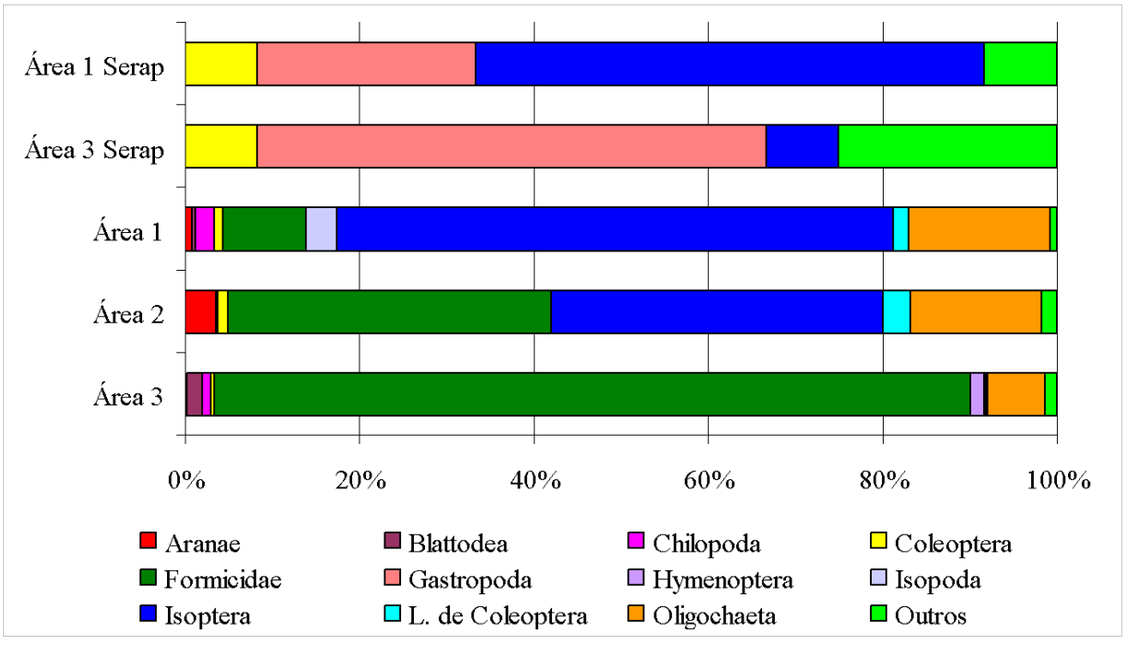
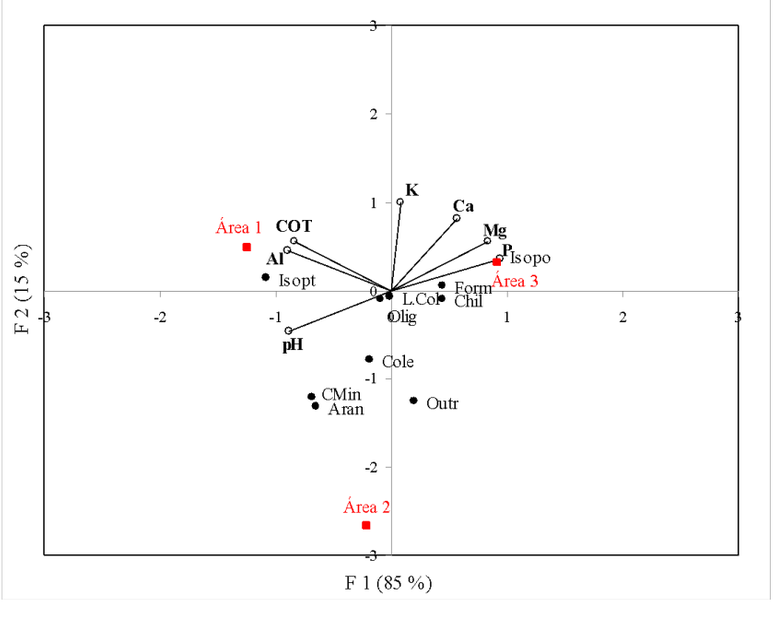


Figura 30 - Distribuição da frequência de indivíduos da macrofauna edáfica do Jardim Botânico da UFRRJ, na Primavera do ano de 2015. Outros: Archaeognatha, Casulo de minhoca, Dermaptera, Diptera, Diplopoda, Entomobryomorpha, L. de Diptera, L. de Formicidae, Scorpionida, Thysanoptera.



O estudo da relação entre a distribuição de indivíduos dos grupos da macrofauna e os atributos químicos do solo, a partir da ordenação gerada pela análise de correspondência canônica (ACC) na estação do outono (Figura 31) mostrou que a distribuição das variáveis ocorre nas duas dimensões. As quais, o eixo F1 explicou 85% da variabilidade total entre os conjuntos de variáveis. Além disso, o diagrama revelou a distinção das áreas em relação aos grupos da macrofauna e os atributos químicos, sendo possível observar na área 1 na porção mais extrema à esquerda (com valores negativos), maior associação entre a classe Isoptera ao maior teor de COT, assim como com os teores de Al^{+3}.

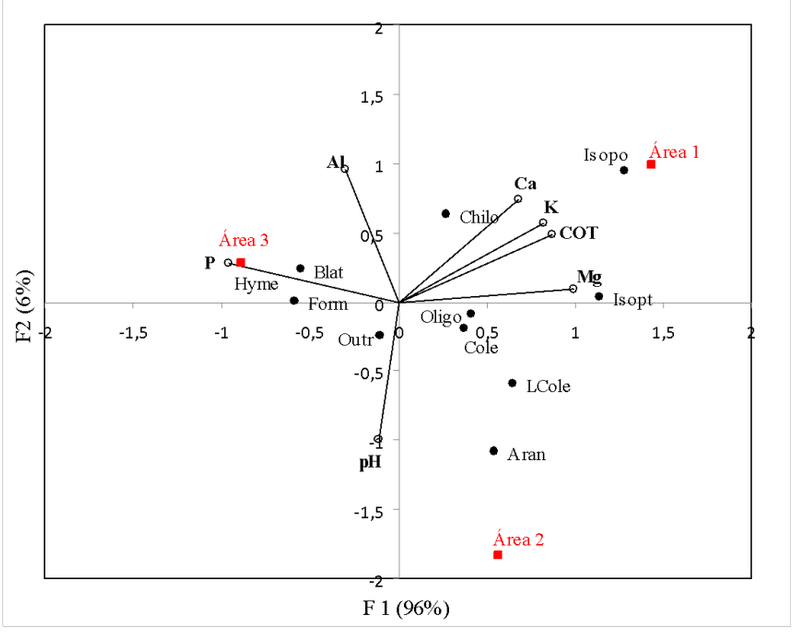
Figura 31 - Análise de correspondência canônica da macrofauna e os atributos químicos do solo do Jardim Botânico UFRRJ no Outono de 2015.



Na área 3, que ficou na porção mais extrema à direita (com valores positivos) o grupo Formicidae apresentou maior associação com o P e ainda com as bases Mg^{+2}, Ca^{+2} e K^{+}, enquanto a presença do grupo Isopoda nesse quadrante, é decorrente de ser o grupo que apresentou menor densidade de indivíduos, e também por ser somente identificado nessa área. Na área 2 localizada no terço médio da topossequência, verificou-se a maior diversidade na distribuição dos grupos, com poucos associados aos atributos químicos, refletindo os menores valores dos atributos químicos.

Na estação da primavera o diagrama da distribuição dos dois conjuntos de variáveis, apresentado na Figura 32, também mostrou nítida separação entre as áreas nas quais o eixo F1 explicou 96% da variabilidade total. A área 1 localizada no quadrante direito superior, agrupou os atributos químicos com maiores valores, confirmando a associação destes com o grupo Isoptera aos maiores teores de COT. Além disso, os grupos Isoptera e Formicidae se destacam como os que mais contribuíram para a diferenciação das áreas. A área 3 ficou na posição inversa à estação do outono, porém manteve a associação com o maior teor de P e com o grupo Formicidae. Nesta área foi observada a presença dos grupos Hymenoptera e Blattodea que não foram coletadas nas demais. Na área 2 a distribuição dos grupos seguiu padrão semelhante ao observado na estação do outono.

Figura 32 - Análise de correspondência canônica da macrofauna e os atributos químicos do solo do Jardim Botânico UFRRJ na Primavera de 2015.



2.1.5 Discussão

Os atributos físicos (umidade e densidade do solo) não apresentaram grandes variações entre as áreas estudadas, sendo observada apenas uma pequena modificação na estação do outono. A umidade do solo pode influenciar diretamente na manutenção e diversidade da comunidade de grupos de organismos edáficos, contudo são escassos estudos com fauna invertebrada que apresentem dados da verificação da umidade, Martins et al. (2017) discutiram a relação com a umidade em diferentes sistemas e área de mata.

Entre as áreas a diferença observada entre os valores médios da temperatura no outono na área 2, provavelmente ocorreu em virtude na ausência de espécies arbóreas. A diferença de temperatura pode influenciar diretamente na densidade e diversidade de indivíduos da fauna do

solo, contudo são escassos trabalhos que apresentem dados da temperatura do solo associados ao estudo da fauna (FERNANDES et al., 2011). Alguns autores (ALMEIDA et al., 2013; SILVA et al., 2013) relatam a relação da variação da fauna do solo com as estações do ano, em que se verifica a influência da sazonalidade, porém nesses estudos não foi feita a aferição da temperatura.

Os atributos químicos do solo nas áreas de estudos, avaliados nas diferentes estações, indicam pouca variação nos teores de nutrientes entre as áreas, sendo os valores próximos aos observados por outros autores em estudos no mesmo bioma (GUARESCHI et al., 2014; MACHADO et al., 2015). De acordo com Cardoso et al. (1992) o aumento do teor de P na camada superficial do solo, é possível que os teores de P na área 3 tenha sido maior do que as outras duas áreas por causa da textura arenosa e da ciclagem de nutrientes na serapilheira.

Os maiores valores de COT observados no solo com espécies arbóreas se devem, provavelmente, ao maior aporte de serapilheira. De acordo com Menezes et al. (2010), nos ecossistemas florestais naturais ou implantados, o retorno da matéria orgânica ao solo e a ciclagem de nutrientes se dão, especialmente, pela deposição da biomassa da parte aérea. Maiores teores de COT são registrados em ecossistemas florestais em diferentes biomas (BEZERRA et al., 2013; MACHADO et al., 2014; RODRIGUES et al., 2017), vale ainda ressaltar, que existe uma estreita relação entre a manutenção dos teores de COT e a textura do solo, mais especificamente com o teor de argila como observado por Luciano et al. (2012), sendo que, os solos de textura muito argilosa apresentaram maior porcentagem de mineralização (BITTAR et al., 2013).

No que se refere a macrofauna invertebrada, os maiores valores de densidade na estação do outono podem ser atribuídos à época de coleta (maio), caracterizada pelo final do período chuvoso e com temperaturas mais baixas. Os valores observados no outono nas áreas 1 e 3, caracterizadas por apresentar espécies arbóreas, são próximos aos observados por Menezes et al. (2009) em áreas de floresta secundária estágio inicial e floresta secundária em estágio avançado, durante o período chuvoso no município de Pinheiral, RJ. O maior valor de riqueza média é ainda menor que o observado por Menezes et al. (2009) em área de floresta secundária em estágio inicial.

A maior diversidade e uniformidade da macrofauna na área 3, no outono, pode estar relacionada à quantidade de árvores que aportam serapilheira em maior quantidade e em virtude de a distribuição das espécies arbóreas na área propiciar maior acúmulo de serapilheira constituída de diferentes composições e consequentemente a redução da temperatura do solo devido ao sombreamento pelas copas das árvores.

Os índices ecológicos estão relacionados com a densidade de indivíduos e a distribuição da ocorrência desses, nos grupos da macrofauna. No outono, os valores de Shannon e Pielou na serapilheira da área 3 estão diretamente relacionados a quantidade de grupos de invertebrados e a distribuição percentual de indivíduos nesses grupos; nesse caso embora poucos grupos tenham sido observados, a distribuição de indivíduos foi considerada uniforme pelo valor de Pielou. Na serapilheira da área 1, os menores valores de diversidade e uniformidade ocorreram em virtude da maior ocorrência do grupo formicidae. No solo da área 2 os maiores valores dos índices ecológicos são justificados pelo equilíbrio na frequência de alguns grupos como Formicidae, Isoptera e Oligochaeta. Os menores índices nas áreas 1 e 3 são atribuídos a grande quantidade de indivíduos do grupo Isoptera e Formicidae, respectivamente, em comparação aos demais grupos.

A frequência de indivíduos e sua distribuição nos grupos estão diretamente relacionados aos valores dos índices de Shannon e Pielou. No solo, a maior diversidade e uniformidade na área 2 pode ser explicada pela distribuição percentual dos grupos Formicidae, Isoptera e em

menor ocorrência Oligochaeta, porém com valores equivalentes, os grupos Araneae e Larva de Coleoptera. Os menores valores dos índices na área 3 são decorrentes da grande ocorrência de indivíduos do grupo Formicidae, em detrimento aos outros. O grupo Formicidae é dominante na maioria dos ecossistemas terrestres. Nas florestas tropicais, por exemplo, é um dos grupos com maior número de espécies e biomassa (MELO et al., 2009).

Na estação do outono a análise de correspondência canônica (ACC) o valor observado do eixo F1 indica alta variabilidade total entre os conjuntos de variáveis. A associação da classe Isoptera com os maiores teores de COT está certamente relacionada ao hábito alimentar desses organismos que utilizam a matéria orgânica em diferentes estados de decomposição. Por outro lado, a relação com os teores de Al^{+3} diverge do estudo de Lima et al. (2011) que, ao estudarem termiteiros em áreas de pastagens, não identificaram relação entre atributos químicos e a densidade de Isoptera. Contudo, vale ressaltar que a amostragem realizada por esses autores citados foi diferente da aplicada neste estudo. A menor relação dos atributos químicos do solo com a fauna na área 2 pode indicar que a maior diversidade de grupos provavelmente é atribuída a eficiente cobertura do solo pelas gramíneas, que promove maior oferta de alimento, além de garantir mais proteção contra predadores naturais.

Os resultados da análise da fauna do solo em associação com outros atributos edáficos nas áreas estudadas evidenciaram uma relação entre esse fator biológico e as características químicas do solo, confirmando a fauna do solo como um potencial bioindicador de qualidade edáfica.

2.1.6 Conclusão

A presença das árvores e a textura do solo influenciaram em alguns atributos químicos, especialmente o teor de COT na estação outono. A cobertura do solo nas áreas do Jardim Botânico tem sido eficiente para manutenção da maior densidade de indivíduos da macrofauna invertebrada no solo e favoreceu maior diversidade de organismos na serapilheira nas áreas com espécies arbóreas.

2.2 ATRIBUTOS EDÁFICOS EM UMA TOPOSSEQUÊNCIA NO JARDIM BOTÂNICO DA UFRRJ

Douglath Alves Corrêa Fernandes, Sandra Santana de Lima, Wilbert Valkinir Cabreira, Rafaela Martins da Silva & Marcos Gervasio Pereira

2.2.1 Resumo

No solo existem diversas inter-relações entre os atributos físicos e químicos que controlam os processos e os aspectos relacionados à sua variação no tempo e no espaço. Diante disso, o objetivo deste estudo foi caracterizar os atributos edáficos sob diferentes coberturas vegetais em uma topossequência. O estudo foi conduzido no Jardim Botânico do *campus* da UFRRJ, localizado no município de Seropédica, RJ. Foram selecionadas três áreas com características distintas. A área 1 localiza-se no terço superior, caracterizado pela ocorrência de espécies arbóreas; a área 2, no terço médio com diferentes espécies de gramíneas (Poaceae) e a área 3 na parte inferior, com predomínio de espécies arbóreas. Foram coletadas amostras nas profundidades de 0,0 – 0,05 m e 0,05 – 0,10 m. Foram quantificados os atributos pH em água, Ca^{2+}, Mg^{2+}, Al^{3+}, K^{+}, Na^{+}, H+Al e P, Carbono orgânico total (COT) e calculados a soma de bases (S), capacidade de troca catiônica (T) e a saturação por bases (V%). Foi realizado o fracionamento granulométrico e químico da matéria orgânica obtendo-se COp (carbono orgânico particulado), COam (carbono orgânico associado aos minerais), carbono de tamanho de areia e associado a silte e argila, respectivamente. A área 1 apresentou menores valores de pH e maiores valores de H+Al e também menor valor V%. A área 3 foi a que apresentou os maiores níveis de fertilidade. A fertilidade do solo e teores de COp são influenciados pela variação da cobertura vegetal e pela posição topográfica. A cobertura do solo, tanto de espécies arbóreas quanto de espécies da família Poaceae favorece a manutenção da matéria orgânica do solo.

Palavras-chave: Conservação do solo. Indicadores. Matéria orgânica.

2.2.2 Introdução

A Floresta Atlântica é reconhecida por ser uma das maiores reservas de biodiversidade do planeta. Devido à grande variedade de seus ecossistemas, os quais se diferenciam por suas características de solo, relevo, vegetação, altitude, microclima, entre outros (PINTO, 2001). Segundo Pinto (2001), as espécies arbóreas possuem grande capacidade de produção de serapilheira, se tornando a principal fonte de nutrientes para o solo, refletindo na fertilidade do mesmo. A ciclagem de nutrientes ocorre em função da biodiversidade dos ecossistemas e da decomposição da matéria orgânica, o que possui influência direta na formação e conservação do solo.

Os ecossistemas naturais possuem perfeito equilíbrio entre a cobertura vegetal e os atributos físicos, químicos e biológicos do solo, por consequência de processos essenciais de ciclagem de nutrientes, acumulação e decomposição da matéria orgânica (SILVA et al., 2007). Os atributos químicos do solo, quando em condições adequadas, podem contribuir para a manutenção dos ecossistemas, podendo esses atributos serem influenciados pelo uso e manejo dos solos e posição topográfica, entre outros.

Associado à cobertura, o relevo local tem influência direta na formação dos solos. Segundo Marques Júnior e Lepsch (2000), pequenas variações na declividade são suficientes para promover variabilidade. Como fator de formação dos solos, o relevo é o responsável por alterar a dinâmica da água, a intensidade de ocorrência dos processos de erosão e lixiviação, seu microclima e a altura do lençol freático. Os atributos do solo variam de acordo com a posição que o solo ocupa na paisagem (FRANZEN et al., 2006).

Sendo o solo um recurso natural e diversificado, o uso de indicadores da sua qualidade para avaliação da sustentabilidade ambiental é de grande importância. Neste contexto a matéria orgânica do solo (MOS) tem sido sugerida como um indicador chave da qualidade do solo, considerando sua influência nos demais atributos essenciais para que o solo desempenhe suas funções (CONCEIÇÃO et al., 2005).

A matéria orgânica pode ser estudada através de técnicas que promovem a sua separação, denominadas de fracionamento. O fracionamento da matéria orgânica do solo pode ser realizado através de processos físicos e químicos, sendo os primeiros com base no tamanho das partículas (CAMBARDELLA; ELLIOTT, 1992) e o segundo baseado na solubilidade da MOS (SWIFT, 1996; MACHADO, 1999). A quantificação das frações da MO, pelos fracionamentos pode auxiliar no entendimento da sua dinâmica frente às diferenças de coberturas vegetais, sendo que a caracterização dessas frações apresenta grande potencial na avaliação de alterações na qualidade dos solos. Caracterizar as substâncias húmicas (SH) e seu teor associado ao conteúdo de MOS é essencial para a melhor compreensão da dinâmica de sistemas agrícolas e florestais, do ciclo global de carbono, e para a avaliação de processos ligados ao manejo distinto do solo (BAYER et al., 2002). O fracionamento físico granulométrico é baseado no tamanho das partículas, utilizando-se o peneiramento, sendo separadas nas frações areia - matéria orgânica particulada (maior que 53 μm) e matéria orgânica ligada aos minerais silte (2-53 μm) e argila (0-2 μm) (ROSSI et al., 2012). Este método tem se mostrado muito útil no estudo da MOS, apontando diferenças tanto na estrutura como na dinâmica da MO, quando esta se encontra ligada às partículas de diferentes tamanhos (FELLER; BEARE, 1997).

A caracterização dos atributos edáficos, assim como o estudo da sua variação, buscando compreender os fatores e processos atuantes são de grande relevância para a conservação, adoção de práticas de manejo, e manutenção de áreas de conservação. Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo caracterizar os atributos químicos e a MOS em uma topossequência sob diferentes coberturas vegetais.

2.2.3 Material e Métodos

O estudo foi desenvolvido, considerando a diversidade florística e a distribuição desta no espaço físico do Jardim Botânico. As áreas de estudos foram selecionadas para as amostragens, por apresentarem características distintas e estarem localizadas em uma topossequência (Figura 33).

Figura 33 - Imagem de satélite do Jardim Botânico da UFRRJ, com destaque para as áreas de coleta.

Fonte: Google Earth, 2017.

A área 1 localizada no terço superior da paisagem é caracterizada pela ocorrência das famílias Rubiaceae, Lecythidaceae, Sapindaceae, Chrysobalanaceae e Faba*ceae*; na área 2, situada no terço médio de paisagem com diferentes espécies de gramíneas (Poaceae) predominando o gênero *Brachiaria* (Griseb), sem a presença de árvores; na área 3, localizada no terço inferior da paisagem predominam espécies das famílias Euphorbiaceae, Fabaceae, Meliaceae, Myrtaceae e Sapotaceae, além de Poaceae.

Foram realizadas duas amostragens em épocas distintas, sendo a primeira no mês de maio, após o período chuvoso, correspondendo a estação do outono, e a segunda no mês de outubro, no período seco, correspondendo a estação da primavera. Em ambas as coletas a amostragem foi realizada em minitrincheiras de 0,2 x 0,2 x 0,2 m ao longo das áreas de maneira aleatória. Em cada área foram coletadas cinco amostras compostas, formadas a partir de cinco amostras simples. Em cada área estudada foi realizada a coleta de amostras indeformadas, com auxílio de um anel de Kopeck (DONAGEMA et al., 2011), nas profundidades de 0,0-0,05; 0,05-0,10 m. As amostras foram secas em estufa a 105-110 °C até atingirem peso constante. A densidade solo, indicativo da compactação das áreas, foi calculada pela expressão:

$$Ds = Ms/Vt$$

Em que Ms = Massa do solo seco a 105-110°C, Vt = Volume do anel de Kopeck. Os resultados foram expressos em Mg m^{-3}.

Nas mesmas profundidades foram coletadas amostras deformadas, as quais foram secas ao ar, destorroadas e passadas por peneira com malha de 2 mm, obtendo-se a terra fina seca ao ar (TFSA), na qual foi realizada a maioria das análises, inclusive a caracterização química e análise granulométrica (DONAGEMA et al., 2011). Os atributos químicos pH em H_2O; P e K^+ extraíveis com Mehlich-1; $Ca^{2+,}$ Mg^{2+} e Al^{3+} trocáveis extraídos em KCl 1 mol L^{-1} e a acidez potencial (H+Al) determinada através da extração com solução de acetato de cálcio 0,025 mol L^{-1} foram determinados com base na metodologia descrita em Donagema et al, (2011). Com os valores obtidos nas análises do solo, calculou-se a capacidade de troca de cátions (CTC pH 7,0) e a porcentagem de saturação por bases (V%) (DONAGEMA et al., 2011).

O carbono orgânico total foi determinado de acordo com Yeomans e Bremner (1988). Com as amostras macerada e peneirada em malha de 60 mesh, após adição de dicromato de potássio ($K_2Cr_2O_7$) 0,167 mol L^{-1}, ácido sulfúrico (H_2SO_4), água destilada e indicador ferroin, procedeu-se a titulação com solução de sulfato ferroso amoniacal 0,2 mol L^{-1}.

O fracionamento granulométrico da MOS foi realizado a partir de cerca de 20 g de TFSA e 60 mL de solução de hexametafosfato de sódio 5g L^{-1} agitados durante 16 horas em agitador horizontal (CAMBARDELLA; ELLIOT, 1992). Em seguida, a suspensão foi passada em peneira de 53 μm com auxílio de jato de água. O material retido na peneira corresponde ao carbono orgânico particulado (COp) associado à fração areia. Esse material foi seco em estufa à 65°C, quantificado em relação a sua massa, moído em gral de porcelana e analisado quanto ao teor de carbono orgânico total (COT) segundo Yeomans e Bremner (1988). A fração menor que 53 μm correspondeu ao carbono orgânico associado aos minerais (COam) das frações silte e argila, e foi obtido por diferença entre o COT e COp.

A extração e fracionamento quantitativo das substâncias húmicas do solo foram realizados de acordo com a metodologia descrita por Benites et al. (2003). O fracionamento químico da matéria orgânica do solo consiste na extração de substâncias húmicas do solo, obtendo-se três principais componentes (ácidos húmicos (C-FAH); ácidos fúlvicos (C-FAF); e humina (C-FHum)) com diferenças na solubilidade das substâncias húmicas em soluções ácidas ou alcalinas. A determinação quantitativa de carbono nos extratos das C-FAF, C-FAH e C-FHum foi realizada segundo método de Yoemans e Bremner (1988). Para as C-FAF e C-FAH foi utilizada solução 0,033 mol L^{-1} $K_2Cr_2O_7$ e H_2SO_4 e titulado com a solução de sulfato ferroso amoniacal 0,03 mol L^{-1} na presença de indicador (ferroin). A determinação da C-FHum seguiu o mesmo procedimento descrito para a determinação de carbono orgânico total do solo.

Para a análise dos dados, inicialmente foram submetidos à análise de variância. Foram investigadas as premissas fundamentais da análise de variância, normalidade e homocedasticidade da variância, por meio dos testes de Shapiro-Wilk e Bartlett, respectivamente. As variáveis que não atenderam aos pressupostos da ANOVA foram submetidas à transformação pelo método de Box e Cox (1964) e em seguida uma nova análise foi realizada e as médias dos fatores que apresentaram diferença significativa foram comparadas pelo teste Bonferroni ao nível de significância de 5%, utilizando o pacote estatístico R, versão 3.1.1 (R Development Core Team, 2015).

2.2.4 Resultados

Verificou-se que a área 1 foi identificada com classe textural franco arenosa, com 186,33 g kg^{-1} de argila, 572,00 g kg^{-1} de areia e 258,00 g kg^{-1} de silte (Tabela 12). A área 2 também como areia franca, com 51,00 g kg^{-1} de argila, 850,67 g kg^{-1} de areia e 90,67 g kg^{-1} de silte. Já a área 3 foi identificada com textura areia franca, com 49,00 g kg^{-1} de argila, 802,23 g kg^{-1} de areia e 239,00 g kg^{-1} de silte.

Tabela 12 - Teores de areia, silte e argila do solo em superfície (0,0 - 0,10 m) de diferentes áreas de uma toposequência no Jardim Botânico da UFRRJ.

Áreas	**Argila**	**Areia Total**	**Silte**
		g kg^{-1}	
Área 1	186	572	258
Área 2	51	851	90,67
Área 3	49	802	239

Os valores de pH na coleta do outono, diferiram entre as áreas sendo o maior valor verificado na área 3, localizada na parte baixa da paisagem, enquanto o menor valor foi observado na área 1, no topo da paisagem, padrão constatado em ambas as profundidades de amostragem (Tabela 13).

O solo da área 1 apresentou os maiores valores de Al^{+3}, H+Al e T na camada superficial. Já os maiores valores de Ca^{+2}, Mg^{+2} P e V% foram observados na área 3. Na coleta do outono os dados não apresentaram diferenças entre as áreas na profundidade de 0,0 - 0,05 m, para o K^{+} e Valor S e Mg^{2+}, K^{+}, Valor S e T para a profundidade de 0,05 - 0,10 m. Na área 1 o Valor T na profundidade de 0,0 - 0,05 m foi superior aos demais áreas. Padrão contrário foi observado na área 3, com maiores valores de somas de bases (Valor S) e menor Valor T e maior saturação por bases na mesma profundidade. Na profundidade de 0,05 - 0,10 m não foi verificada diferença para a variável Valor T entre as áreas na primeira coleta, e para variável V% somente na área 3 observou-se diferença. Na segunda coleta, que corresponde a estação da primavera, também foi verificada diferença nos valores de pH, sendo o menor valor verificado na área 1 e os maiores nas áreas 2 e 3 para as duas profundidades. O maior valor de pH foi observado na área 3 em ambas as profundidades (Tabela 14).

A área 1 apresentou os maiores valores de Al^{3+} e H+Al em ambas profundidades na segunda coleta seguindo o mesmo padrão verificado na primeira coleta. Os maiores valores de P e valor V% foram quantificados nas áreas 3 e 2.

Quanto aos dados referentes a coleta da primavera não foram verificadas diferenças entre as áreas para os teores de Mg^{2+}, K^{+}, Valor S e Valor T na profundidade de 0,0 - 0,05 m (Tabela 14). Na profundidade de 0,05 - 0,10 foi observado o mesmo padrão, com acréscimo da variável Ca^{+2} não sendo verificada diferença entre áreas para essa profundidade. A área 3 apresentou os melhores níveis de fertilidade, em ambas as profundidades, verifica-se que todas áreas possuem baixa saturação e soma de bases conferindo baixa reserva de nutrientes.

Em relação ao carbono orgânico total (COT) não houve diferença entre as áreas na coleta do outono nas duas profundidades (Tabela 15). Para o carbono orgânico particulado (COp) verificou-se maiores valores nas áreas 2 e 3 nas duas profundidades. Por outro lado, para o carbono associado aos minerais (COam) não foram observadas diferenças entre as áreas na profundidade de 0,0 - 0,05 m, contudo, na profundidade 0,05 - 0,10 m a área 1 apresentou maior valor. Para o COam na profundidade de 0,05 - 0,10 m o maior valor foi observado na área 1.

Na coleta da primavera os valores de COT, na profundidade de 0,0 - 0,05 m, não diferiram entre as áreas de estudo, de maneira similar foi observado para o COp (Tabela 16). Esse padrão foi verificado também na profundidade de 0,05 - 0,10 m. No que se refere ao COam os valores diferiram, sendo os maiores quantificados na área 1 e os menores na área 3. Vale ressaltar que houve um decréscimo dos valores de COam da primeira para a segunda época de amostragem. Além disso, a variação dessas variáveis na primavera foi alta, sendo evidenciada pelos elevados valores do coeficiente de variação.

Tabela 13 - Atributos químicos do solo da estação do Outono nas profundidades de 0,0 a 0,05 e 0,05 a 0,10 m, em diferentes áreas de uma topossequência no Jardim Botânico da UFRRJ.

	pH	Al^{+3}	H+Al	P	Ca^{+2}	Mg^{+2}	K^{+}	S	T	V
	H_2O	cmolc kg		$mg\ kg^{-1}$	cmolc kg					%
	0,0-0,05 m									
Área 1	4,07 c	0,63 a	6,35 a	4 b	0,64 b	1,97 ab	0,012 a	2,71 a	9,06 a	30 c
Área 2	4,89 b	0,13 b	3,45 b	5 b	0,34 b	1,72 b	0,012 a	2,41 a	5,86 b	41 b
Área 3	5,37 a	0,00 b	2,49 b	10 a	1,72 a	2,17 a	0,012 a	3,63 a	6,12 b	54 a
CV%	4,35	36,18	19,2	16,49	24,36	12,55	33,94	29,06	20,37	13,6
	0,05-0,10 m									
Área 1	4,05 c	0,69 a	5,20 a	3 b	0,35 ab	1,85 a	0,008 a	2,21 a	7,41 a	30 b
Área 2	4,79 b	0,19 b	3,29 b	3 b	0,20 b	1,68 a	0,008 a	2,02 a	4,91 a	39 b
Área 3	5,22 a	0,00 c	2,43 b	8 a	0,80 a	1,82 a	0,007 a	3,09 a	5,52 a	56 a
CV%	4,32	28,04	19,4	26,54	67,71	13	18,17	31,69	24,89	12,29

Valores de pH em água, teores disponíveis de cálcio (Ca), magnésio (Mg), potássio (K), sódio (Na), fósforo (P), alumínio (Al), acidez potencial (H+Al), soma de bases (S), CTC a pH 7 (T) e saturação por bases (V%). Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem pelo teste de Bonferroni (P < 0,05), dentro de cada profundidade em cada época de amostragem.

Tabela 14 - Atributos químicos do solo na estação da Primavera nas profundidades de 0,0 a 0,05 e 0,05 a 0,10 m, em diferentes áreas de uma topossequência no Jardim Botânico da UFRRJ.

	pH	Al^{3+}	H+Al	P	Ca^{2+}	Mg^{2+}	K^{+}	S	T	V%
	H_2O	cmolc kg		$mg\ kg^{-1}$	cmolc kg					
	0,0-0,05 m									
Área 1	4,80 b	0,42 a	7,57 a	5, b	1,40 ab	2,23 a	0,012 a	3,65 a	11,22 a	33 b
Área 2	5,54 a	0,00 b	4,93 b	7 ab	1,27 b	2,94 a	0,020 a	3,58 a	8,52 a	42 ab
Área 3	5,66 a	0,00 b	4,24 b	15 a	2,33 a	1,90 a	0,014 a	4,25 a	8,49 a	50 a
CV%	6,35	158,11	25,21	57,96	35,35	18,21	46,12	23,33	18,87	16,58
	0,05-0,10 m									
Área 1	4,73 b	0,66 a	6,62 a	3 b	0,54 a	1,87 a	0,006 a	2,42 a	9,03 a	27 b
Área 2	5,17 a	0,26 ab	5,10 ab	5 ab	1,03 a	1,63 a	0,010 a	2,67 a	7,77 a	34 b
Área 3	5,41 a	0,10 b	4,04 b	8 a	1,73 a	1,65 a	0,012 a	3,39 a	7,43 a	45 a
CV%	4,42	67,07	23,33	41,27	71,04	29,04	43,74	37,99	25,79	16,36

Valores de pH em água, teores disponíveis de cálcio (Ca), magnésio (Mg), potássio (K), sódio (Na), fósforo (P), alumínio (Al), acidez potencial (H+Al), soma de bases (S), CTC a pH 7 (T) e saturação por bases (V%). Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem pelo teste de Bonferroni (P < 0,05), dentro de cada profundidade em cada época de amostragem.

Tabela 15 - Valores de COT, COp e COam do fracionamento granulométrico da matéria orgânica na estação do Outono nas profundidades de 0,0 - 0,05 e 0,05 - 0,10 m em diferentes áreas de uma topossequência no Jardim Botânico da UFRRJ.

Áreas	COT	COp	COam
	g kg^{-1}		
	0,0-0,05 m		
Área 1	45,19 a	27,21 b	17,98 a
Área 2	40,81 a	30,18 a	10,63 a
Área 3	42,87 a	31,33 a	11,53 a
CV%	7,29	5,47	31,74
	0,05-0,10 m		
Área 1	43,39 a	25,56 b	17,84 a
Área 2	39,62 a	29,07 a	10,55 b
Área 3	40,08 a	30,11 a	9,97 b
CV%	7,26	6,01	25,73

Valores de carbono orgânico total (COT), carbono orgânico particulado (COp) e carbono orgânico associado aos minerais (COam). Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Bonferroni (P < 0,05), dentro de cada profundidade em cada época de amostragem.

Tabela 16 - Valores de COT, COp e COam do fracionamento granulométrico da matéria orgânica na estação da Primavera nas profundidades de 0,0 - 0,05 e 0,05 - 0,1 m em diferentes áreas de uma topossequência no Jardim Botânico da UFRRJ.

Áreas	COT	COp	COam
	g kg^{-1}		
	0,0-0,05 m		
Área 1	36,67 a	27,21 a	9,45 a
Área 2	48,71 a	42,74 a	5,96 ab
Área 3	42,31 a	37,30 a	5,00 b
CV%	56,49	35,47	34,49
	0,05-0,10 m		
Área 1	41,82 a	30,38 a	11,44 a
Área 2	48,05 a	39,63 a	7,43 ab
Área 3	33,79 a	30,11 a	3,68 b
CV%	53,17	60,16	53,04

*Valores de carbono orgânico total (COT), carbono orgânico particulado (COp) e carbono orgânico associado aos minerais (COam), foram transformados. Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Bonferroni (P < 0,05), dentro de cada profundidade em cada época de amostragem.

Na avaliação das frações húmicas obtidas pelo fracionamento químico da matéria orgânica na profundidade de 0,0 - 0,05 m o teor de ácidos fúlvicos (C-FAF) foi maior na área 1 em comparação às áreas 2 e 3, paras as duas coletas de solo (Tabela 17). Porém não houve diferença para o teor de humina (C-Hum) e ácidos húmicos (C-FAH) na profundidade de 0,05 - 0,10 m entre as áreas.

Tabela 17 - Valores de C-FAH, C-FAF e C-FHum do fracionamento químico da matéria orgânica na estação do Outono nas profundidades de 0,0 - 0,05 e 0,05 - 0,1 m em diferentes áreas de uma topossequência no Jardim Botânico da UFRRJ.

Áreas	C-FAH	C-FAF	C-FHum
	g kg^{-1}		
	0,0-0,05 m		
Área 1	9,45 a	5,23 a	1,91 a
Área 2	7,35 a	2,24 b	1,40 a
Área 3	8,26 a	1,64 b	2,16 a
CV%	31,41	40,55	56,83
	0,05-0,10 m		
Área 1	8,54 a	4,63 a	1,93 a
Área 2	5,51 a	2,47 a	2,25 a
Área 3	5,73 a	2,29 a	1,89 a
CV%	35,46	56,89	68,75

Valores das frações ácidos fúlvicos (FAF), ácidos húmicos (FAH) e humina (FH). Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Bonferroni (P < 0,05), dentro de cada profundidade em cada época de amostragem.

Na amostragem da primavera os valores referentes ao fracionamento químico da matéria orgânica seguiram o mesmo padrão da primeira amostragem em ambas as profundidades avaliadas, inclusive em relação aos valores do coeficiente de variação que se apresentou elevado (Tabela 18).

Tabela 18 - Valores de FH, FAV e FAH do fracionamento químico da matéria orgânica na estação da primavera nas profundidades de 0,0 - 0,05 e 0,05 - 0,10 m em diferentes áreas de uma topossequência no Jardim Botânico da UFRRJ.

Áreas	FH	FAF	FAH
	g kg^{-1}		
	0,0-0,05 m		
Área 1	7,99 a	5,96 a	2,67 a
Área 2	8,39 a	2,39 b	2,36 a
Área 3	3,80 a	2,33 b	2,66 a
CV%	52,09	39,13	46,75
	0,05-0,10 m		
Área 1	3,95 a	4,02 a	1,23 a
Área 2	4,38 a	3,17 a	2,13 a
Área 3	2,94 a	2,08 a	2,44 a
CV%	64,16	43,36	46,66

Valores das frações ácidos fúlvicos (FAF), ácidos húmicos (FAH) e humina (FH). Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Bonferroni (P < 0,05), dentro de cada profundidade em cada época de amostragem.

2.2.5 Discussão

A maior concentração de argila na área 1 pode estar relacionada a uma maior proteção do solo nessa área o que impede a perda de argila para as partes mais baixas da paisagem. De acordo com Bertol et al. (2007), a erosão hídrica, por ser seletiva, preferencialmente transporta os sedimentos mais finos, de menor diâmetro e de baixa densidade, constituídos sobretudo de colóides minerais e orgânicos e normalmente enriquecidos de elementos minerais.

Os maiores valores de Al^{+3}, H+Al e T na camada superficial, podem ser atribuídos à dinâmica dos íons no solo ao longo da topossequência, uma vez que solos localizados nas partes mais elevadas da paisagem apresentam maior perda de cátions, os quais tendem se acumular nas partes mais baixas, como é o caso da área 3, tendência essa relatada também por Couto et al. (2008) avaliando os atributos edáficos em áreas de pastagens em relevo movimentado em Itaperuna no Rio de Janeiro.

Os maiores valores de Ca^{+2}, Mg^{+2} P e V% observados na área 3 podem estar associado às maiores perdas por lixiviação que ocorrem no terço superior, com um coincidente acúmulo de Ca^{+2} e Mg^{+2} nos terços médio e inferior. Contribuindo para os maiores valores de acidez na área 1. De acordo com Ronquim (2010) se a maior parte da CTC do solo estiver ocupada por cátions potencialmente tóxicos como H^{+} e Al^{3+} o solo apresentará uma baixa fertilidade. Baixos valores de CTC indicam uma reduzida capacidade de reter cátions na forma trocável; aumentando as perdas por lixiviação.

Já o maior valor de pH observado na área 3 em ambas as profundidades pode estar relacionado a maior concentração de Ca^{2+} nessa área (Tabela 14). Os maiores valores de H+Al associados aos menores teores de bases na área 1 propiciaram mais baixos valores de saturação por bases. O Valor de T na profundidade de 0,0 - 0,05 m superior na área 1 deve-se aos maiores valores de H+Al nessa área. Já na área 3, os maiores valores de soma de bases e menor Valor T propiciaram maior saturação por bases nessa profundidade.

Para os teores de P os maiores valores na área 3 nas diferentes profundidades em ambas as estações de coleta, podem estar relacionados a uma maior ciclagem desse elemento nessa área, considerando que nessas áreas são observadas a ocorrência de espécies florestais. Sob coberturas vegetais de floresta, a ciclagem biogeoquímica do P é resultante do aporte de resíduos da parte aérea sobre o solo (ZAIA et al., 2008).

Os melhores níveis de fertilidade na área 3 em ambas as profundidades, podem ser atribuídos ao maior aporte de material vegetal. De acordo com Ewel (1976) a serapilheira atua na superfície do solo como um sistema de entrada e saída de nutrientes ao ecossistema, através dos processos de produção e decomposição. Por se tratar de uma área situada no terço inferior que recebe íons removidos das partes mais altas da paisagem, esse transporte pode ter contribuído para o aumento da saturação por bases (V%) que foi maior nessa área em ambas as profundidades e épocas de coleta. Verifica-se que todas as áreas possuem baixa saturação e soma de bases o que confere uma baixa reserva de nutrientes.

Os maiores valores de COp nas diferentes profundidades na primeira coleta nas áreas 2 e 3 e menor na área 1, podem estar relacionados ao maior conteúdo de areia nessas áreas, considerando que o COp é a fração da MOS que apresenta tamanho da fração areia, o qual é individualizado como partículas derivadas de resíduos orgânicos com estruturas reconhecíveis (GOLCHIN et al., 1994).

Em relação aos maiores valores quantificados de COam na área 1, estes podem estar associados aos maiores conteúdos de argila (Tabela 12), provavelmente relacionado ao fato de que o COam é a fração da MOS mais recalcitrante, que está associada às frações silte e argila do

solo. O COam é definido como a fração da MOS que interage com a superfície de partículas minerais, formando os complexos organominerais (CHISTENSEN, 1996). Segundo Lepsch, (1982) solos com maior conteúdo de argila têm maior capacidade de conservar e estabilizar a MO.

Considerando os altos valores de COT observados nas áreas de estudo, pode-se inferir que estão relacionados ao aporte de material orgânico, embora com diferentes coberturas vegetais, todas possuem aporte contínuo de material vegetal sobre o solo. Lima (2013) relata que em condição natural os teores de matéria orgânica podem ser mais elevados em função do grande aporte de resíduos e conservação no ecossistema.

Os resultados indicam que a dinâmica da matéria orgânica ocorre de maneira distinta entre as áreas estudadas o que pode ser decorrente das variações na cobertura vegetal que influenciam no tipo e qualidade de material aportado ao solo e a textura do solo que está diretamente relacionado com frações orgânicas de carbono devido a ligações químicas entre essas frações e os minerais do solo.

No que se refere ao fracionamento químico, o maior teor C-FAF pode estar relacionado a maior sensibilidade dessa fração frente às modificações que o solo é submetido, sendo esta área a menos impactada por intervenção humana. Avaliando os compartimentos da matéria orgânica em área de Mata Atlântica, Fontana et al. (2011) verificaram maiores teores de C-FAF para ambas as épocas de coleta, nas áreas de floresta e capoeira. Esta fração humificada se mostra uma variável importante para o desenvolvimento das plantas, já que estudos têm demonstrado a ação direta das substâncias húmicas sobre o metabolismo e o crescimento das plantas têm sido relacionados, principalmente, aos ácidos fúlvicos, sendo esta a fração considerada de menor massa molecular e maior solubilidade e mobilidade no solo (SILVA; MENDONÇA, 2007). Segundo Mora et al. (2010), os ácidos húmicos e fúlvicos, além de promoverem crescimento do sistema radicular, incrementam também a biomassa da parte aérea.

2.2.6 Conclusão

Os químicos do solo foram influenciados pela textura do solo e pela topografia. As diferentes coberturas vegetais e a topografia intensificam processos como perda, mobilização e deposição de materiais e promovem alterações nos solos.

A cobertura do solo, tanto de espécies arbóreas quanto de espécies da família Poaceae favorece a manutenção da MOS.

2.3. DIVERSIDADE DA FAUNA EPÍGEA EM SERAPILHEIRA DE DIFERENTES ESPÉCIES NATIVAS NA FLORESTA ATLÂNTICA NO JARDIM BOTÂNICO DA UFRRJ

Wilbert Valkinir Cabreira, Sandra Santana de Lima ,
Jayna Eloy da Rocha, Raissa Nascimento dos Santos,
& Marcos Gervasio Pereira

2.3.1 Resumo

Conhecer a relação da fauna epígea com os processos de decomposição e ciclagem de nutrientes são de fundamental importância para a manutenção da produtividade do ecossistema. Nesse sentido, objetivou-se com esta pesquisa identificar e associar em diferentes estações do ano, os principais componentes da fauna epígea com a serapilheira de *Paubrasilia echinata* Lam (Pau-brasil), *Inga sessilis* (Vell) Mart (Ingá-ferradura), *Lecythis pisonis* Cambess (Sapucaia) e *Cupania oblongifolia* Mart (Camboatá); espécies da Mata Atlântica na área do Jardim Botânico da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro em Seropédica, RJ. Foi utilizada o método das armadilhas *pitfalls* para coleta da fauna. Para cada espécie arbórea utilizaram-se cinco armadilhas as quais permaneceram em campo por sete dias sendo retiradas e levadas para triagem. Os organismos do solo foram classificados em grandes grupos taxonômicos (ordem, classe ou família) e funcionais. Foram calculados o número de indivíduos armadilha dia, índice de diversidade de Shannon, equitabilidade de Pielou, riqueza média e total dos grupos. A maior quantidade de indivíduos foi observada no outono. No entanto, os maiores valores dos índices de Shannon e Pielou foram registrados na primavera evidenciando a uniformidade na comunidade de indivíduos. Na área de Pau-brasil foram verificados os menores valores de todos os índices ecológicos em ambas as estações. Os insetos sociais e micrófagos são os grupos funcionais de maior dominância das áreas.

Palavras-chave: Camboatá. Ingá-ferradura. Pau-brasil. Sapucaia.

2.3.2 Introdução

A fauna edáfica compreende os organismos invertebrados que vivem permanentemente ou que passam algumas fases de desenvolvimento no solo ou na serapilheira (AQUINO; CORREIA, 2005). É classificada em três grupos de acordo com seu diâmetro corporal, que divide os organismos em: Microfauna (organismos entre 4 μm - 100 μm de diâmetro); Mesofauna (entre 100 μm - 2 mm) e Macrofauna (entre 2 mm - 20 mm) (SWIFT et al., 1979). O primeiro grupo é representado em sua maioria por protozoários e nematóides. Estes pequenos animais atuam de maneira indireta na ciclagem de nutrientes através da ingestão de bactérias e fungos (CORREIA; OLIVEIRA, 2000). A mesofauna cujos representantes mais comuns são os colêmbolos e ácaros, atuam como transformadores do material vegetal e micropredadores, contribuindo com papel regulatório na biota do solo (MOREIRA et al., 2010). Já os indivíduos da macrofauna alteram as populações e a atividade de microrganismos responsáveis pelos processos de mineralização e humificação e, em consequência, exercem influência sobre o ciclo da matéria orgânica e a disponibilidade de nutrientes assimiláveis pelas plantas (DECÄENS et al., 2003).

A fauna do solo está intimamente associada aos processos de decomposição e ciclagem de nutrientes, que são de fundamental importância para a manutenção da produtividade do ecossistema. É ao mesmo tempo agente transformador e reflexo das características físicas, químicas e biológicas do solo (CORREIA, 2002). A diversidade desses organismos é afetada pela atividade antrópica, reduzindo a disponibilidade de recursos e refúgios, o que afeta a diversidade de outros organismos e a função que desempenham (GILLER et al., 1997). De acordo com Lima et al. (2010) a diversidade da fauna invertebrada é influenciada pelo manejo dos solos e por fatores ambientais como pH, temperatura, umidade, textura, porosidade, teores de nutrientes e matéria orgânica.

A qualidade da serapilheira é fator determinante da decomposição dos resíduos adicionados e dependente do tipo de vegetação encontrada em determinado ecossistema (TOLEDO, 2003). Desta forma, a organização do sistema florestal, homogêneo ou heterogêneo, conferirá à serapilheira uma diversidade de resíduos que determinará uma maior diversidade de nichos para a comunidade de decompositores a ela associados (WARDLE et al., 1995).

Apesar da fauna edáfica, ser na sua maior parte, "invisível", por estar dentro do solo ou da serapilheira, estes organismos geram importantes serviços ambientais, que são, infelizmente, pouco reconhecidos e valorizados. Diante disso, é importante avaliar e quantificar esses serviços e difundir esse reconhecimento para subsidiar o manejo sustentável dos ecossistemas terrestres (MELO et al., 2009). Para isso, comumente se é utilizado o índice de diversidade de Shannon, Equitabilidade de Pielou e Riqueza dos grupos. A Riqueza indica o número de grupos presentes no tratamento, enquanto a Equitabilidade é uma medida de equidade, dos padrões de abundância, ou seja, os menores valores obtidos para esse índice representam comunidades menos uniformes onde a dominância de um ou mais grupos é mais acentuada (BEGON et al., 1996)

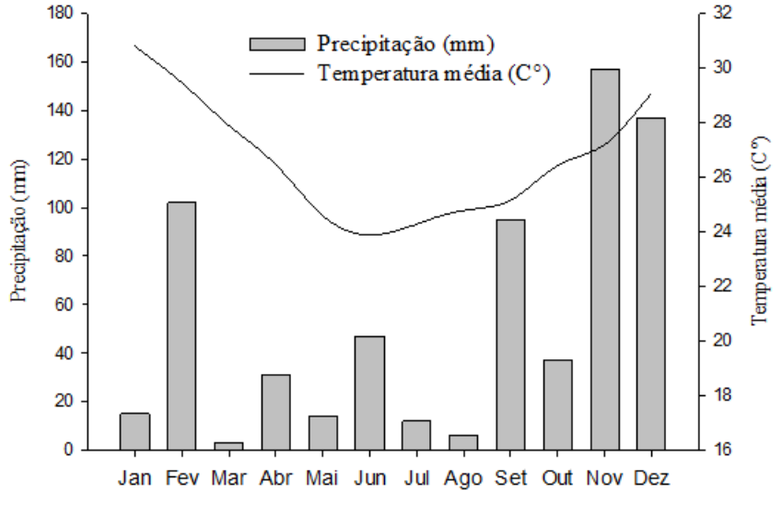
Esta pesquisa teve como objetivo identificar e associar em diferentes estações do ano os principais componentes da fauna epígea presente na serapilheira de *Paubrasilia echinata* Lam, *Inga sessilis* (Vell) Mart*, Lecythis pisonis* Cambess *e Cupania oblongifolia* Mart; espécies da Floresta Atlântica na área do Jardim Botânico da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro em Seropédica, RJ em duas estações do ano, outono e primavera.

2.3.3 Material e Métodos

O Jardim Botânico da UFRRJ, local de desenvolvimento desse estudo, conserva, principalmente, indivíduos de espécies características da Floresta Atlântica. Foram selecionadas as espécies arbóreas Pau-brasil (*Paubrasilia echinata*), Ingá-ferradura (*Inga sessilis*), Sapucaia (*Lecythis pisonis)* e Camboatá (*Cupania oblongifolia*) sendo utilizado como parâmetros sua frequência e /ou importância. Nessas espécies foi quantificada e caracterizada a fauna epígea de suas serapilheiras.

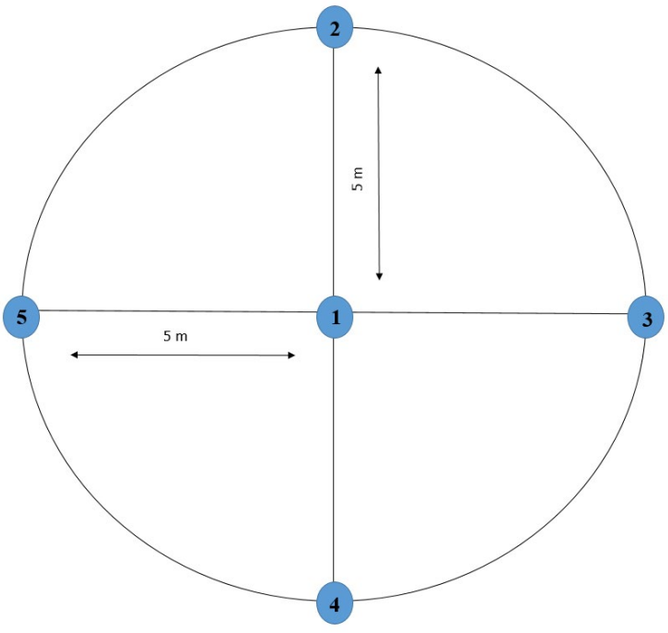
A amostragem da comunidade da fauna epígea foi realizada em duas estações, outono, sendo realizada no início do mês maio, no intervalo que corresponde à transição entre o final do período chuvoso e início do período seco, e na primavera, realizada no início do mês outubro, no final do período seco e início do período chuvoso. Os dados de precipitação pluviométrica e temperatura durante os períodos de coletas são observados na Figura 34.

Figura 34 - Precipitação total e temperatura média durante os períodos de estudo.



Para a captura da fauna, foram utilizadas armadilhas do tipo *pitfall*, que consistem em recipientes plásticos com 10 cm de diâmetro e 10 cm de altura. Foram distribuídas sistematicamente cinco armadilhas sob as copas das árvores estudadas (Figura 35). Com auxílio de uma cavadeira, em cada unidade amostral foi aberto um pequeno orifício no solo para instalação da armadilha, sendo essa enterrada até que sua abertura ficasse nivelada com a superfície do solo. Para a conservação da fauna foi utilizado formaldeído a 1% (200 mL). As armadilhas permaneceram nas áreas por sete dias e após esse período, foram retiradas do solo e encaminhadas ao Laboratório de Indicadores Edafo-Ambientais da UFRRJ.

Figura 35 - Modelo utilizado para instalação das armadilhas tipo *pitfall* representado pelas numerações um a cinco sob as copas das espécies arbóreas estudadas.



A identificação dos organismos da fauna foi realizada com auxílio de lupa binocular, sendo os indivíduos classificados em grandes grupos taxonômicos (ordem, classe ou família) baseados em Gallo et al. (2002). Para avaliação da atividade da fauna epígea, o número de indivíduos coletados foi calculado para número de indivíduos armadilha dia (ind arm^{-1} dia^{-1}). Além disso, foram calculados índices de diversidade de Shannon ($H = -\Sigma$ pi.log pi; onde pi = ni/N; ni = densidade de cada grupo, N = Σ da densidade de todos os grupos), equitabilidade de Pielou: e = H/log R; onde: R = riqueza, riqueza média e total, representada pelo número de grupos taxonômicos (ODUM, 1983).

Os grupos taxonômicos foram separados em grupos funcionais, distribuídos em fitófagos, micrófagos, predadores, saprófagos, insetos sociais e "outros" (aqueles cujo hábito alimentar não pode ser descrito a nível taxonômico). Na Tabela 19 é possível observar a divisão da fauna em seus respectivos grupos funcionais. Os indivíduos dos grupos Coleoptera e Acari não foram considerados, devido a diferentes características funcionais e sua alta população que poderia subestimar os outros grupos da fauna.

Tabela 19 - Classificação da fauna de acordo com a funcionalidade.

Grupos Funcionais	Grupos taxonômicos
Predadores	Aranea, Chilopoda, Opilionida, Pseudoscorpionida
Saprófagos	Isopoda, Psocoptera, Diplopoda, Symphyla, Thysanura
Fitófagos	Auchenorryncha, Heteroptera, Lepidoptera, Sternorryncha, Thysanoptera
Micrófagos	Entomobryomorpha, Poduromorpha, Symplypleona
Insetos sociais	Formicidae, Isoptera
Outros	Diptera, Hymenoptera, Larva coleoptera, Larva lepidóptera

Fonte: Adaptado de Costa (2002).

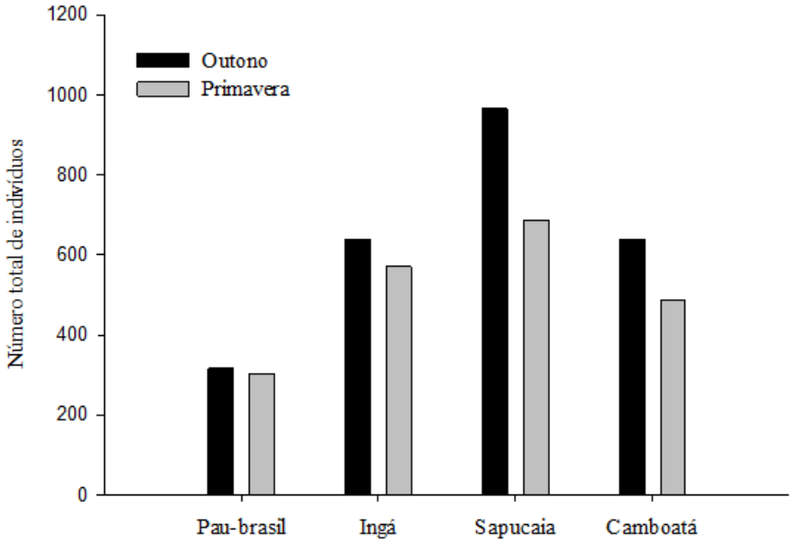
2.3.4 Resultados

Comparando cada área de coleta nas duas estações de amostragens, pode-se observar que no outono foi registrada maior quantidade de indivíduos (Figura 36).

Ao todo, foram coletados no outono 2556 indivíduos pertencentes a 25 grupos taxonômicos, enquanto na primavera foram coletados 2067 indivíduos pertencentes a 22 grupos taxonômicos.

Em ambas as coletas foram verificadas maior quantidade de indivíduos na área da Sapucaia, totalizando 37,75% de indivíduos em maio e 33,18% no outono (Figura 36). Padrão oposto se observou na área do Pau-brasil, na qual foram quantificados os menores valores, 12,36% no outono e 14,65% na primavera.

Figura 36 - Número total de indivíduos sobre diferentes coberturas vegetais coletados nas estações



No outono a área da Sapucaia apresentou a maior quantidade de indivíduos por armadilha ao dia e os maiores valores de riqueza média e riqueza total (Tabela 20). No entanto, ainda nessa estação, os maiores valores dos índices de Shannon e Pielou foram registrados na área do Camboatá evidenciando a uniformidade na comunidade de indivíduos.

Tabela 20 - Número de indivíduos, índices ecológicos e riquezas média e total da fauna epígea da serapilheira de espécies arbóreas do Jardim Botânico da UFRRJ.

Área	Ind arm^{-1} dia^{-1}*	Erro Padrão (%)	Riqueza Média	Riqueza Total	Shannon	Pielou
Outono de 2015						
Pau-brasil	9,03	3,22	9,40	16,0	2,41	0,60
Sapucaia	19,30	8,09	13,20	20,0	3,11	0,72
Camboatá	12,76	4,32	12,0	18,0	3,4	0,82
Ingá	12,74	6,15	10,40	18,0	2,97	0,71
Primavera de 2015						
Pau-brasil	8,66	2,55	9,00	12,0	2,96	0,82
Sapucaia	13,72	6,63	10,60	19,0	3,61	0,85
Camboatá	10,14	5,37	10,00	17,0	3,38	0,83
Ingá	11,42	4,14	12,00	21,0	3,32	0,76
*Indivíduos por armadilha ao dia						

Na primavera, assim como no outono, a maior ocorrência de indivíduos foi registrada na área de Sapucaia, onde também foram observados os maiores valores dos índices de Shannon e Pielou. Enquanto os maiores valores de riqueza média e riqueza total foram registrados na área do Ingá.

Na área do Pau-brasil foram verificados os menores valores de todos os índices ecológicos em ambas as estações.

Comparando as duas estações de coleta, observa-se que no outono, praticamente em todas as áreas de estudo os valores de abundância, riqueza média e riqueza total foram superiores a primavera, exceto os índices de Shannon e Pielou. Esses resultados podem ser explicados pela redução do número de alguns indivíduos de alguns grupos taxonômicos como Acari e Formicidae que no outono apresentaram maior dominância (Figuras 37 e 38).

Figura 37 - Frequência relativa (%) dos grupos da fauna epígea com maior atividade (ind arm^{-1} dia^{-1}) no outono de 2015.

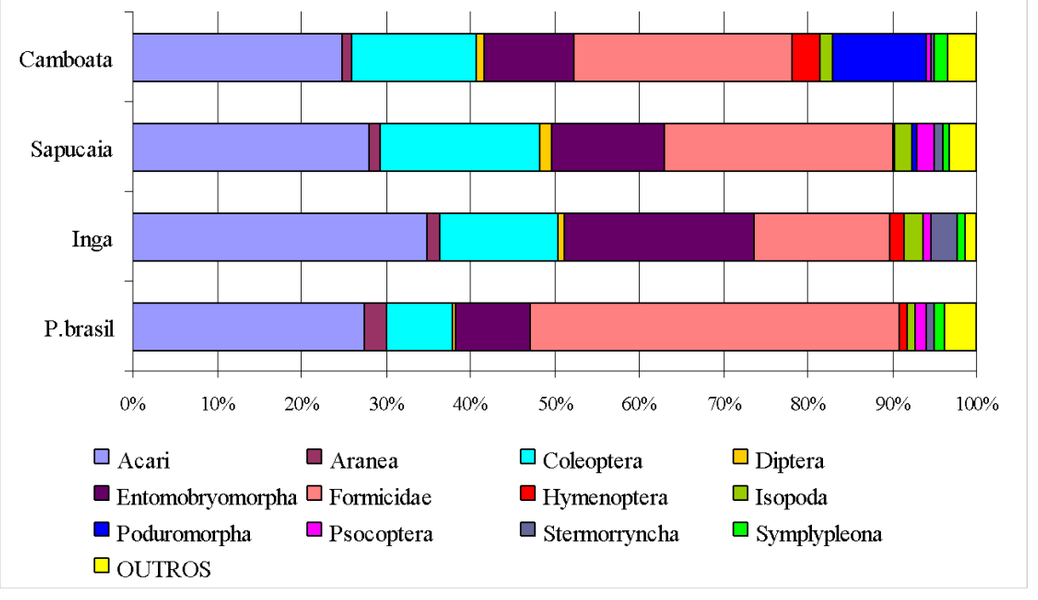
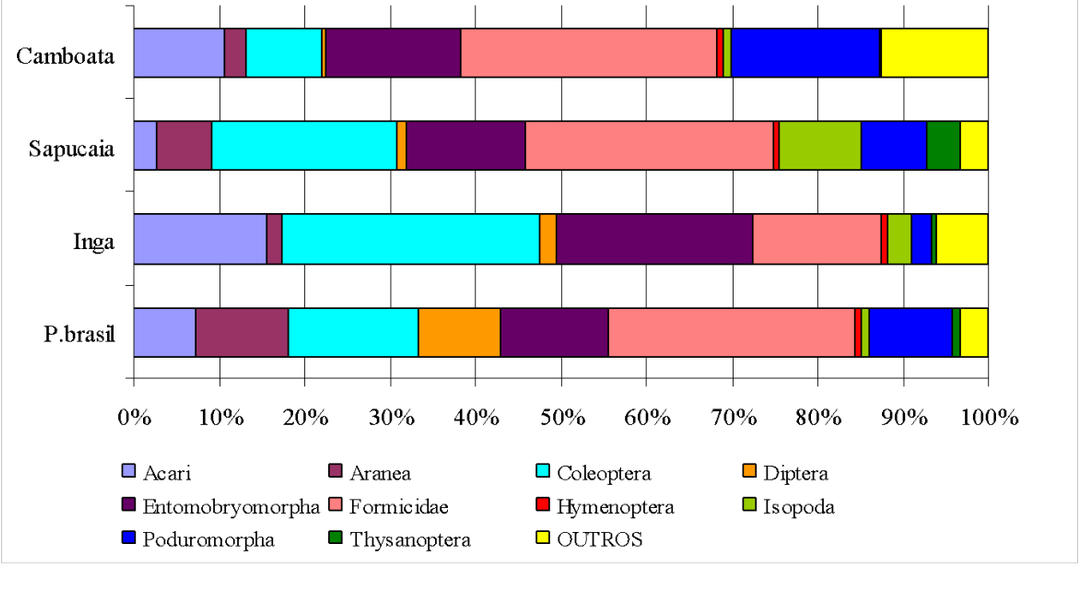


Figura 38 - Frequência relativa (%) dos grupos da fauna epígea com maior atividade (ind arm^{-1} dia^{-1}) na primavera de 2015.



No outono, Acari e Formicidae foram os grupos que apresentaram maior ocorrência, totalizando juntos 55% do total de indivíduos coletados (Figura 37). Em seguida, os Coleoptera (15,30%) e Entomobryomorpha (14,32%) formaram os principais grupos identificados nessa estação. Os demais grupos foram menos expressivos.

Na área do Pau-brasil, o grupo Formicidae foi responsável por apresentar maior dominância (46,67%) durante o outono, o que determinou seu baixo índice de Pielou. Já na área de Ingá ainda no outono, Acari foi o grupo mais representativo (35,00%) enquanto nas áreas de Camboatá e Sapucaia esses dois grupos apresentaram valores similares.

Na primavera, assim como no outono, o grupo Formicidae apresentou maior ocorrência (25,33%). No entanto, o grupo Acari apresentou uma redução em sua abundância (Figura 38). Desse modo, pode-se observar nessa estação melhor distribuição dos organismos em todas as áreas estudadas, o que justifica que na primavera tenha apresentado maiores índices de Shannon comparados a outono.

Tanto na área do Pau-brasil como nas áreas do Camboatá e Sapucaia, o grupo Formicidae, na primavera, apresentou maior representatividade, enquanto na área de Ingá a maior representatividade deveu-se aos Coleópteros.

As Figuras 39 e 40 apresentam a distribuição da fauna por grupos funcionais. No outono, o grupo "insetos sociais" apresentou maior distribuição em três das quatro áreas avaliadas, sendo o grupo Formicidae o mais expressivo uma vez que o grupo Isoptera foi observado apenas na área de Camboatá e Sapucaia em valores desprezíveis. Já na primavera, houve redução significativa desse grupo, não sendo registrados os indivíduos do grupo Isoptera.

O segundo grupo com maior distribuição, tanto no outono quanto na primavera foram os micrófagos, apresentando uma percentagem respectivamente de 46% e 51% na área de Ingá. Na primavera observou-se uma frequência maior de predadores, grupo funcional este relacionado à habitats mais estruturados segundo Costa (2002).

Figura 39 - Percentagem dos grupos funcionais da fauna epígea nas diferentes áreas amostradas no outono de 2015.

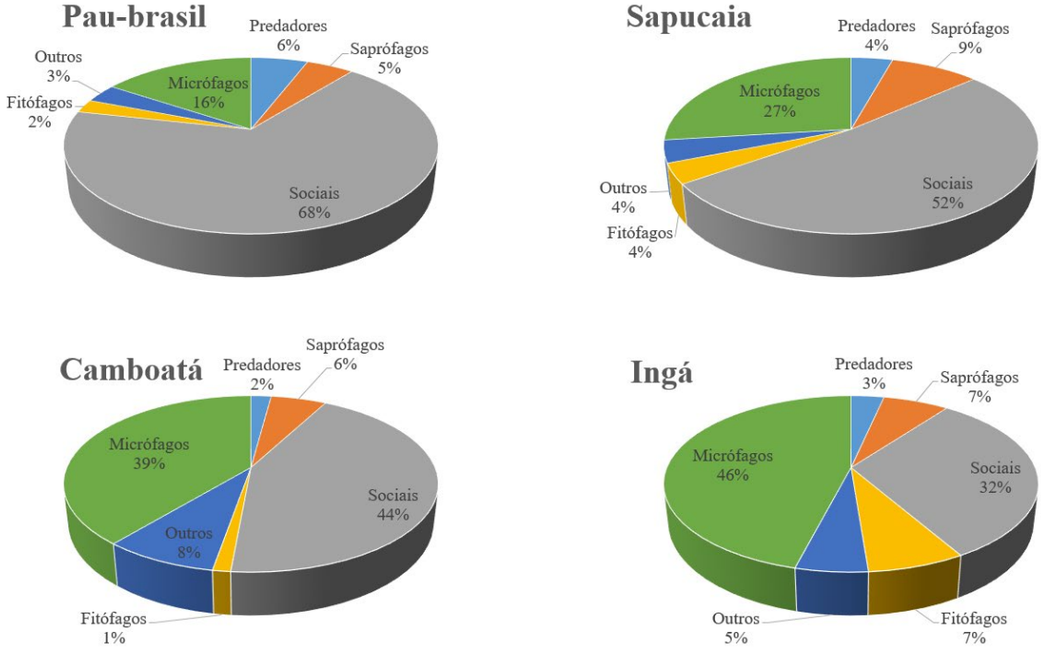
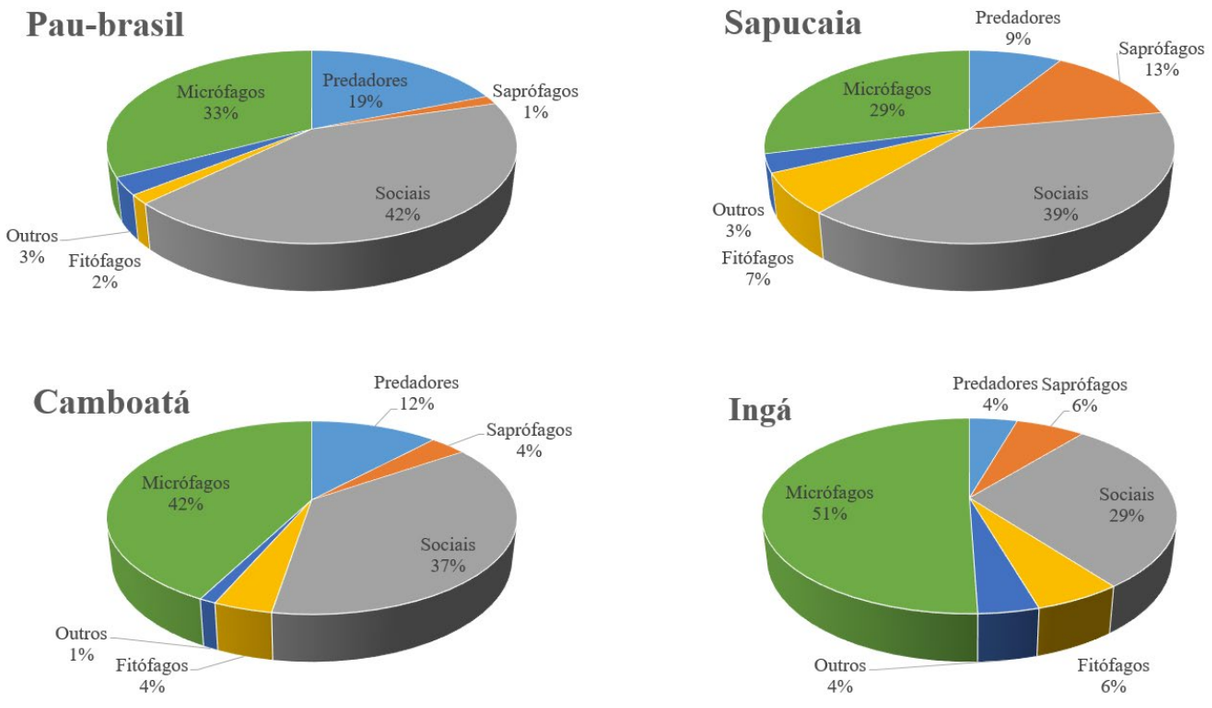


Figura 40 - Percentagem dos grupos funcionais da fauna epígea nas diferentes áreas amostradas na primavera de 2015.



2.3.5 Discussão

A maior quantidade de indivíduos no outono pode ter ocorrido devido a influência do clima, uma vez que a temperatura média e precipitação pluviométrica registrada nessa estação foi inferior à da primavera (Figura 34). A comunidade edáfica é sensível a temperaturas mais elevadas e em função disso pode ser reduzido. A sazonalidade da precipitação pluviométrica pode afetar populações da fauna, uma vez que a água é um dos principais fatores limitantes para a atividade de diversos grupos (ROVEDDER et al., 2004). Nunes et al. (2012) afirmam que alterações no conteúdo de água no solo podem modificar a distribuição e abundância dos insetos tanto no sentido de ocupação vertical como horizontal do solo.

Os valores totais de indivíduos registrados neste estudo foram inferiores aos encontrados por Machado et al. (2015) em ambas as estações, que caracterizaram a fauna edáfica em diferentes estádios sucessionais de Floresta Atlântica e observaram o total de 2929 indivíduos distribuídos em 20 grupos taxonômicos em abril (outono) e 7787 indivíduos classificados em 28 grupos taxonômicos em agosto (inverno).

Os baixos valores dos índices ecológicos do Pau-brasil podem ser explicados pela localização da árvore, a qual encontra-se isolada, fornecendo baixo aporte de serapilheira e desfavorecendo uma melhor estruturação da fauna. Avaliando a fauna epígea em diferentes consórcios de espécies, Santos (2009) registrou maiores valores do índice de Shannon no consórcio de crotalária, girassol, mamona e sorgo; valores esses, superiores aos observados nas áreas desse estudo. No entanto, nesse mesmo consórcio, foram registrados valores inferiores de riqueza total e indivíduos por armadilha/dia, quando comparados ao quantificados nas áreas de Jardim Botânico. O que implica dizer que o maior aporte de serapilheira no sistema influencia a diversidade da fauna epígea.

Na caracterização da fauna edáfica em áreas de Floresta Atlântica Calvi et al. (2010) verificaram alta percentagem do grupo taxonômico Diptera em todas as estações estudadas, enquanto Machado et al. (2015) observaram grande influência do grupo Entomobryomorpha. Em ambos os trabalhos, o grupo Formicidae não foi tão expressivo, diferindo dos resultados

desse estudo. As formigas constituem o grupo dominante na maioria dos ecossistemas terrestres, em número de indivíduos, biomassa e funções ecológicas (KORASAKI et al., 2013). Nas florestas tropicais, a biomassa de formigas chega a ser quatro vezes a biomassa de todos os vertebrados juntos. Esses insetos conseguem colonizar ambientes com poucos recursos, como praias, dunas, minas a céu aberto, epífitas, agroecossistemas, pastagens, áreas queimadas, entre outras (BIGNELL et al., 2010).

O aumento da percentagem dos micrófagos em todas as áreas entre as estações pode ser explicado pelo aumento da umidade (Figura 34) uma vez que os mesmos são sensíveis ao ambiente. Gallo et al. (2002) afirmam que os organismos pertencentes a esse grupo vivem em locais úmidos como as folhas caídas sob o solo; Assad (1997) afirma que os organismos desse grupo são extremamente dependentes da umidade. A redução da frequência dos insetos sociais e a melhor distribuição dos demais grupos funcionais na estação da primavera, permitiram que essa estação apresentasse maiores valores de equitabilidade de Pielou (Tabela 20). Segundo Brown et al. (2015), os predadores são muito importantes, visto que controlam as populações de outros organismos no solo, especialmente a microbiota.

2.3.6 Conclusão

As condições climáticas (temperatura e precipitação) favorecem o aumento da diversidade e equitabilidade de Pielou durante a primavera. O método do *pitfall* mostrou-se eficiente para coleta de micrófagos e insetos sociais. As formigas constituem o grupo dominante em número de indivíduos, biomassa e funções ecológicas no ecossistema avaliado.

2.4 SOLOS DO JARDIM BOTÂNICO DA UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO

Carlos Roberto Pinheiro Junior, Marcos Gervasio Pereira, João Henrique Gaia Gomes, Wilbert Valkinir Cabreira, Marcos Bacis Ceddia & Martin de Oliveira Freire

2.4.1 Resumo

O solo é formado pela interação dos fatores material de origem, clima, relevo, organismos e tempo, associado a processos que favorecem o seu desenvolvimento. Na região da Baixada Litorânea Fluminense, as feições do relevo e o clima (elevadas temperaturas e precipitações) e o material de origem são os principais responsáveis pela formação dos solos. O objetivo deste estudo foi caracterizar e classificar os solos do Jardim Botânico da Universidade Federal Rural do Rio Janeiro (UFRRJ). Foi selecionada uma topossequência e abertas trincheiras no terço superior (P1), médio (P2) e inferior (P3) da encosta. Foram avaliadas as características do solo em campo e coletadas amostras para as análises; quantificou-se os teores de areia, silte e argila e os valores de pH, Ca^{+2}, Mg^{+2}, Al^{+3}, Na^{+}, K^{+}, P e H+Al. Os perfis foram classificados de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. De maneira geral, os horizontes superficiais apresentam cores escurecidas, devido ao aporte de material orgânico. A maioria dos horizontes de P2 e P3 apresentou um fraco desenvolvimento da estrutura devido a textura mais arenosa. A fertilidade natural dos solos é baixa. Os solos apresentam susceptibilidade à erosão devido a presença de horizonte subsuperficial de acúmulo de argila (Bt). A presença deste horizonte levou-os a ser classificados como Argissolo Vermelho Amarelo (P1) (cores alaranjadas devido a presença de óxidos de ferro), Argissolo Amarelo (P2) (cores amareladas pela presença de óxidos de ferro hidratado) e Planossolo Háplico (P3) (cores acinzentadas devido condições de drenagem que favorecem a redução do ferro).

Palavras chaves: Pedogênese. Classificação dos solos. Atributos químicos e físicos.

2.4.2 Introdução

O solo pode ser definido como o meio capaz de armazenar e fornecer água e nutrientes para o desenvolvimento das plantas. Contudo, este conceito vai além; o solo pode ser entendido como um corpo natural na superfície da terra constituído pela fase sólida, composta por partículas de constituição mineral e orgânica; pela fase líquida, composta por água e sais solúveis (solução do solo) e pela fase gasosa, o ar do solo (KÄMPF; CURI, 2012a).

A formação do solo ocorre por meio da interação de diferentes fatores, sendo estes: material de origem, clima, relevo, organismos e tempo (JENNY, 1941). À medida que o solo vai sendo formado, percebe-se que vai ocorrendo o seu espessamento e o aumento do número de secções que o constituem, a reunião dessas secções constitui o perfil do solo.

O perfil é composto por seções horizontais aproximadamente paralelas à superfície que podem ser denominadas de horizontes ou camadas em função do seu grau de desenvolvimento (RIBEIRO et al., 2012). Aquelas que ainda guardam uma estreita relação com o material que originou o perfil de solo (rochas ou o produto da degradação das rochas, denominado de sedimentos), são chamadas de camadas. Já aquelas nas quais essa relação ocorre em menor intensidade, e são formadas por outros processos, são denominadas de horizontes. Cada uma dessas secções, horizontes ou camadas, guardam entre si relações genéticas, podendo ser identificadas pela sua constituição, organização e forma dos seus componentes, ou seja, através da análise de sua morfologia e características físicas, químicas e mineralógicas. Através da análise desses atributos a secção pode receber a denominação de horizonte ou camada de acordo com a intensidade de atuação dos processos de formação.

A formação dos horizontes ou camadas é feita através de quatro processos: adição, definido como a entrada de material do meio externo no perfil do solo; perdas, processo antagônico no qual tem-se a remoção dos constituintes do perfil para o meio externo; transformações, mudanças de ordem química e física dos constituintes presentes no perfil do solo; e translocações, que são mudanças da posição de algum constituinte dentro perfil do solo (KÄMPF; CURI, 2012b).

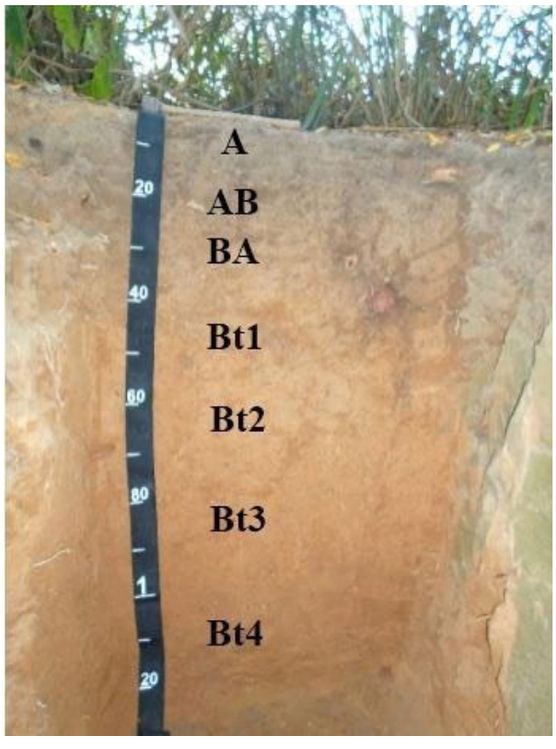
De maneira geral em um perfil de solo podem ser identificadas as seguintes secções (SANTOS et al., 2015): a) horizonte ou camada O; pode ocorrer na superfície do perfil do solo ou soterrado, formado pela deposição de material orgânico; resíduos culturais em áreas de cultivo ou serapilheira em áreas de floresta. A fauna do solo também pode contribuir, pós-morte, com a adição de matéria orgânica no solo; b) horizonte A é um horizonte com predomínio de constituintes minerais, ocorre na superfície a não ser que tenha sido removido pelo processo erosivo ou pelas ações do homem. É o horizonte no qual se observa a maior atividade biológica (maior presença da fauna do solo e ocorrência de raízes), de maneira geral apresenta cores mais escuras em comparação aos mais profundos. Esse horizonte é de grande importância para fins agrícolas; c) horizonte B é aquele que apresenta a maior expressão dos fatores e processos que contribuíram para formação do solo; grande parte dos solos é classificada a partir desse tipo de horizonte; d) Horizonte ou camada C guardam uma relação mais estreita com o material que originou o solo. Quando apresenta uma maior identidade com o material originário (rocha ou sedimento) será definido como camada; quando não sedimento; e e) Camada R, camada com elevado grau de coesão que não pode ser fragmentada.

Alguns perfis podem apresentar entre o horizonte A e o B uma secção cujo os grãos de areia predominam e com isso surgem cores claras, essa secção é denominada de horizonte E. Existem também perfis que apresentam seções com atributos similares tanto ao horizonte subjacente como sobrejacente este por sua vez, sendo classificadas como horizontes transicionais (ex: horizonte AB) (SANTOS et al., 2015). Abaixo são apresentados os horizontes e camadas mais comumente encontrados nos perfis de solos (Figuras 41, 42 e 43).

O clima da região é caracterizado por verão quente e chuvoso (Aw, segundo Köppen), consequentemente, o fornecimento de água ao sistema e as elevadas temperaturas intensificam as reações que levam a degradação do material de origem e a formação do solo. Nesse sentido, a interação entre os fatores clima e relevo são os principais responsáveis pela formação dos solos da região (SANTOS et al., 2010).

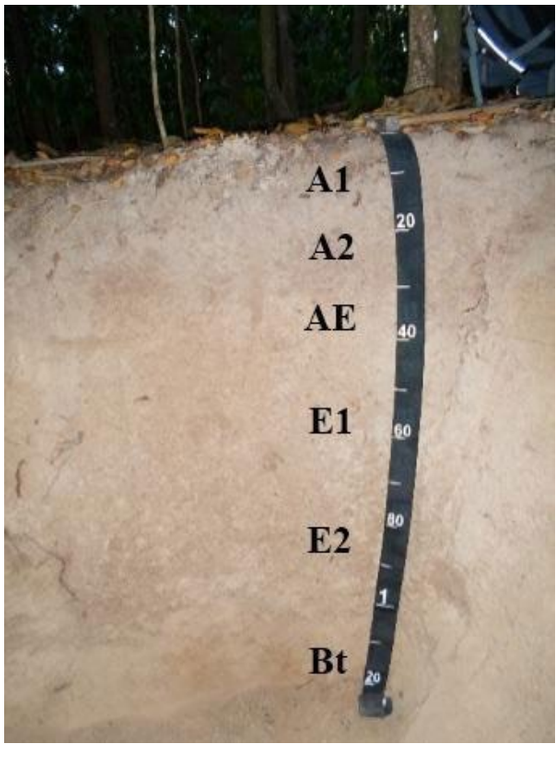
O objetivo dessa pesquisa foi caracterizar e classificar os solos do Jardim Botânico da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), buscando compreender a influência dos processos de formação nos atributos dos solos.

Figura 41 - Horizontes e camadas mais comumente encontradas nos perfis de solo. Argissolo Vermelho-Amarelo.



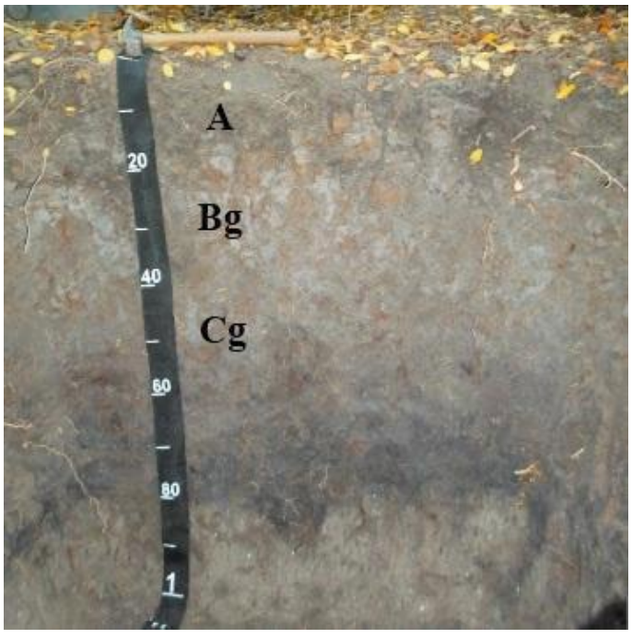
Fonte: Fotos - Carlos Roberto Pinheiro Junior.

Figura 42 - Horizontes e camadas mais comumente encontradas nos perfis de solo. Planossolo Háplico.



Fonte: Fotos - Carlos Roberto Pinheiro Junior.

Figura 43 - Horizontes e camadas mais comumente encontradas nos perfis de solo. Gleissolo Háplico.



Fonte: Fotos - Carlos Roberto Pinheiro Junior.

2.4.3 Material e métodos

Para o estudo e classificação dos solos do Jardim Botânico da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) foi selecionada uma topossequência na qual foram abertas trincheiras nas posições de terço superior (P1), terço médio (P2), e terço inferior (P3). A descrição das características dos perfis em campo, denominada de atributos morfológicos foi realizada de acordo com o Manual de Descrição e Coleta de Solo no Campo (SANTOS et al., 2015). Foram coletadas amostras de terra para realização das análises laboratoriais. As amostras foram secas e preparadas para a sua caracterização física e química. Foi avaliado o tamanho das partículas que constituíam o material, sendo estas classificadas como: areia aquelas que apresentavam maior tamanho, silte tamanho intermediário e argila aquelas de menor dimensão de acordo com Donagema et al. (2011). Para a caracterização química foram quantificados os valores de pH em H_2O e os teores de Ca^{+2}, Mg^{+2}, Al^{+3}, P, K^{+}, Na^{+} e H+Al (DONAGEMA et al. 2011). A partir dos atributos morfológicos, físicos e químicos os perfis foram classificados de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SANTOS et al., 2013).

2.4.4 Resultados

Os principais atributos morfológicos dos perfis de solo presentes no Jardim Botânico são apresentados na Tabela 21.

Os horizontes superficiais apresentam cores mais escuras (Tabela 21). Já em subsuperfície, de maneira geral, os solos possuem predomínio de cores amareladas, exceto no perfil P1, que apresentou cores alaranjadas.

A maioria dos horizontes dos perfis P2 e P3, localizados respectivamente no terço médio e terço inferior da topossequência apresentaram as partículas individualizadas possuindo uma estrutura denominada de grão simples. Nesses horizontes também é possível verificar a união das partículas unitárias formando os agregados, de formato arredondado (granular), que possuem um grau fraco de resistência às ações mecânicas (homem e/ou impacto direto das gotas de chuva).

Tabela 21 - Atributos morfológicos dos solos do Jardim Botânico da UFRRJ.

Hor[(1)]	Prof[(2)] cm	Cor úmida	Estrutura[(3)]	Classe textural
Perfil 1 - Terço Superior				
A	0-10	10YR 4/2	mo., pq., gra. e fr., pq. e me., ba.	Franco argiloarenosa
AB	10-32	7,5YR 4/4	mo., média, bsa	Franco argiloarenosa
BA	32-55	10YR 5/6	mo., me., bsa	Franco argiloarenosa
Bt1	55-90	5YR 5/8	mo., pq. e me., bsa	Argila
Bt2	90-110^{+}	5YR 4/6	fo., pq., ba	Argila
Perfil 2 - Terço Médio				
A	0-16	2,5Y 4/2	mo., pq., gra.	Areia-franca
AE	16-34	10YR 4/4	fr., gra., pq. egrão si.	Areia-franca
E1	34-47	10YR 5/6	fr., gra., pq. egrão si.	Franco arenosa
E2	47-60	10YR 6/6	fr., gra., pq. egrão si.	Franco arenosa
EB	60-75	10YR 7/4	fr., gra., pq. e fr., pq., ba.	Franco argiloarenosa
Bt	75-98^{+}	10YR 7/5	mo., pq., ba.	argiloarenosa
Perfil 3 - Terço Inferior				
A1	0-13	10YR 4/1	fr., gra., pq. egrão si.	Franco-arenosa
A2	13-43	7,5YR 5/1	fr., gra., pq. egrão si.	Franco-arenosa
Bt	43-81	7,5YR 7/1	mo., média, bsa	Franco argiloarenosa
BC	81-104	7,5YR 6/1	fr., média, bsa	Franco argiloarenosa
CB	104-133^{+}	10YR 7/2	fr., média, bsa	Franco argiloarenosa

[(1)]Hor: horizonte. [(2)]Prof: profundidade. [(3)]si: simples; fr: fraca; mo: moderada; fo: forte; pq: pequena; mpq: muito pequena; me: média; gr: grande; ba: blocos angulares; bsa: blocos subangulares; pri: prismática; comp: cosposta; gra: granular.

Quanto à textura do solo, P2 e P3 apresentaram nos horizontes superficiais com predomínio da fração areia, com teores que podem ultrapassar 800 g de areia por kg de solo (Tabela 22), enquanto em P1 o maior teor de areia é de 549 g de areia por kg de solo (horizonte A).

Em todos os perfis estudados observou-se um aumento significativo das partículas de menor dimensão (argila) nos horizontes mais profundos em comparação com os superficiais, variando de 297 a 556 g de argila por kg de solo, 63 a 412 de argila por kg de solo e de 106 a 320 de argila por kg de solo em P1, P2 e P3, respectivamente (Tabela 22).

Tabela 22 - Atributos físicos dos solos de uma topossequência no Jardim Botânico da UFRRJ.

Horizonte	Areia	Silte	Argila
	----------g kg^{-1}----------		
	Perfil 1 - Terço Superior		
A	549	154	297
AB	504	149	347
BA	495	165	340
Bt1	296	148	556
Bt2	290	194	516
Perfil 2 - Terço Médio			
A	813	106	81
AE	870	67	63
E1	781	100	119
E2	716	102	182
EB	543	106	351
Bt	504	84	412

Perfil 3 - Terço Inferior			
A1	762	132	106
A2	811	37	152
Bt	604	76	320
BC	580	106	314
CB	663	48	289

Quanto aos atributos químicos, os valores de pH dos solos do Jardim Botânico variaram de 4,70 a 6,25, havendo aumento desses valores no sentido da parte mais baixa da paisagem (Tabela 23).

De maneira geral, os maiores valores dos nutrientes Ca^{+2}, Mg^{+2} e K^{+} ocorrem nos horizontes superficiais (Tabela 23).

Todos os solos apresentam baixos conteúdos de nutrientes, sendo denominados de distróficos (saturação por bases inferior a 50%) com valores de soma de bases (S) variando de 0,6 a 8,8 $cmol_c\ kg^{-1}$. No perfil 2, com exceção do horizonte A, o valor S foi inferior a 1,0 $cmol_c\ kg^{-1}$. Adicionalmente, o perfil 2 apresentou o menor valor de saturação por bases (V%) e maiores valores de Al^{+3}, aumentando a acidez do solo e resultando em menores valores de pH. Os valores de fósforo (P) foram muito baixos com teores que não ultrapassaram 3 $mg\ kg^{-1}$, sendo um grande limitante ao desenvolvimento das plantas. Além do P, os valores de potássio (K) foram muitos baixos, com exceção dos horizontes A, Bt2 e BC do perfil 1.

Quanto a classificação, o perfil 1, por apresentar um horizonte subsuperficial com maior acúmulo de argila (Bt) foi identificado como Argissolo.

Tabela 23 - Atributos químicos dos solos de uma topossequência no Jardim Botânico da UFRRJ.

Horiz	pH	Ca^{+2}	Mg^{+2}	K^{+}	Na^{+}	Al^{+3}	H+Al	S	T	V %	P mg kg^{-1}
		----------$cmol_c\ kg^{-1}$----------									
Perfil 1 - Terço Superior											
A	5,95	6,4	2,1	0,27	0,02	0,0	6,3	8,8	15,1	58,4	3
AB	4,79	1,3	2,7	0,07	0,03	0,1	5,1	4,1	9,2	44,5	2
BA	5,34	1,3	1,4	0,05	0,05	0,0	5,3	2,8	8,1	34,7	2
Bt1	5,58	2,1	1,9	0,10	0,07	0,0	4,5	4,2	8,6	48,3	1
Bt2	5,02	1,1	1,3	0,13	0,11	0,0	4,5	2,6	7,1	37,2	1
BC	5,00	1,7	1,8	0,20	0,06	0,1	5,0	3,8	8,7	43,2	2
Perfil 2 - Terço Médio											
A	5,47	0,7	1,2	0,07	0,01	0,0	2,5	2,0	4,5	44,5	2
AE	5,03	0,2	0,3	0,07	0,06	0,2	2,1	0,6	2,8	22,5	1
E1	4,70	0,2	0,4	0,03	0,03	0,1	1,8	0,7	2,5	26,7	0
E2	4,34	0,6	0,2	0,03	0,01	0,3	1,3	0,8	2,2	38,8	0
EB	4,97	0,6	0,2	0,03	0,00	0,6	1,3	0,8	2,2	38,7	1
Bt	4,53	0,3	0,2	0,06	0,01	0,1	1,7	0,6	2,2	25,7	0
Perfil 3 - Terço Inferior											
A1	5,92	2,9	1,4	0,06	0,01	0,0	5,3	4,4	9,6	45,3	3
A2	6,25	2,6	0,9	0,05	0,01	0,0	4,6	3,6	8,2	43,5	2
Bt	6,07	2	1	0,04	0,01	0,0	3,3	3,0	6,3	48,0	2
BC	5,07	2,5	0,6	0,04	0,02	0,0	3,6	3,2	6,8	46,5	2
CB	5,95	2,1	1,6	0,06	0,05	0,0	4,8	3,8	8,6	44,3	2
Legenda: Horiz: horizonte.											

Por apresentar o predomínio de cores alaranjadas, devido à presença dos óxidos de ferro,

o perfil foi classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo (Figura 44). O perfil 2, também foi classificado como Argissolo, porém apresenta cores mais amareladas quando comparado ao anterior, sendo então classificado como Argissolo Amarelo (Figura 45). As cores amareladas nesse perfil são decorrentes da presença do ferro oxidado, porém hidratado, condição essa favorecida pela drenagem (moderada).

O perfil 3, da mesma maneira que observado para os anteriores, também apresenta um horizonte de acúmulo de argila Bt, porém como esse horizonte apresenta drenagem imperfeita, o que pode ser constatado pelas cores cinzentas, o perfil foi classificado como Planossolo Háplico (Figura 46).

Figura 44 - Perfil de Argissolo Vermelho-Amarelo localizados no terço superior da encosta, no Jardim Botânico da UFRRJ.

Fonte: Fotos - Carlos Roberto Pinheiro Junior.

Figura 45 - Perfil de Argissolo Amarelo localizados no terço médio da encosta no Jardim Botânico da UFRRJ.

Fonte: Fotos - Carlos Roberto Pinheiro Junior.

Figura 46 - Perfil de Planossolo Háplico localizados no terço inferior da encosta, no Jardim Botânico da UFRRJ.

Fonte: Fotos - Carlos Roberto Pinheiro Junior.

2.4.5 Discussão

O predomínio de cores escurecidas nos horizontes superficiais é explicado pela adição de matéria orgânica oriunda dos resíduos de folhas e raízes das plantas. As cores alaranjadas e amareladas são reflexo do conteúdo de óxidos de ferro na forma oxidada e hidratada.

O perfil 3, localizado no terço inferior da paisagem apresenta limitações quanto ao fluxo interno de água, sendo classificado como possuidor de drenagem imperfeita, em que nos períodos de maior precipitação é formado um ambiente com baixa disponibilidade de oxigênio que resulta em redução do ferro, podendo este ser facilmente perdido, o que leva o surgimento de cores cinzentas que são típicas de solos formados em condições de limitação a drenagem.

Quanto a estrutura, a ausência de agregados, ou o baixo grau de resistência, quando estes estão presentes deve-se a grande ocorrência da fração areia nesses horizontes o que limita a formação dos agregados. Também em função da textura arenosa, ocorre uma intensa decomposição da matéria orgânica, o que limita a atuação desta como agente que favorece a união das partículas, conferindo uma maior resistência aos mesmos.

A textura mais arenosa nos horizontes superficiais implica em uma maior proporção de espaços vazios (denominados de poros), resultando em menor capacidade de armazenamento de água e maior aeração, consequentemente acelerando a decomposição da matéria orgânica do solo (BRADY; WEIL, 2013).

O aumento no conteúdo de argila em profundidade em todos os perfis estudados é resultante da atuação de um processo conhecido como translocação, em que a água ao infiltrar no solo atua como agente de transporte das partículas de argila do horizonte superficial e mobilizando essas partículas que são depositadas em subsuperfície (KÄMPF; CURI, 2012b). No perfil P2, localizado no terço médio da paisagem e com maior declividade, a maior atuação dos processos erosivos com a remoção de argila dos horizontes superficiais também é responsável pelo aumento do conteúdo de argila de subsuperfície. Os solos que apresentam este aumento do teor de argila em profundidade, denominado de gradiente textural, recebem o sufixo “t” no horizonte subsuperficial (ex.: Bt) (SANTOS et al., 2015).

O contraste dos teores de argila do horizonte superficial (textura mais arenosa) em relação aos subsuperficiais (textura mais argilosa) torna estes solos mais susceptíveis à atuação dos processos erosivos, tendo em vista que a água ao infiltrar com maior facilidade nos horizontes superficiais encontra uma barreira nos horizontes em subsuperfície, podendo haver saturação da superfície do solo e início do escoamento superficial da água. Neste sentido, a manutenção da cobertura vegetal (viva ou morta) é de grande importância para conservação desses solos, pois reduz a energia do impacto direto das gotas da chuva sobre a superfície do solo, favorecendo a infiltração da água.

O maior teor de Ca^{+2}, Mg^{+2} e K^{+} no perfil 1 pode estar associado ao maior conteúdo de matéria orgânica que é decomposta liberando esses nutrientes nos primeiros centímetros do solo.

Enquanto no perfil 2 o baixo valor de soma de bases (S) pode ser explicado pelo baixo conteúdo de argila e matéria orgânica nesse solo, consequentemente apresentando uma baixa capacidade de manutenção desses íons no solo.

A baixa fertilidade natural dos solos do Jardim Botânico da UFRRJ é um reflexo principalmente da condição de clima tropical com elevado precipitação pluviométrica da região que intensifica a lixiviação (remoção) dos nutrientes, associado a natureza do material de origem (rochas com baixos teores de nutrientes (bases). A associação desses fatores favorece o aumento da acidez do solo e a redução dos valores de pH. Neste sentido, a manutenção da cobertura vegetal atuando na ciclagem de nutrientes é de fundamental importância para fornecimento desses elementos essenciais para o desenvolvimento das plantas.

2.5 DIFERENTES TONS DE CORES DE ESPÉCIES ARBÓREAS DO JARDIM BOTÂNICO DA UFRRJ

Raissa Nascimento dos Santos, Wilbert Valkinir Cabreira & Marcos Gervasio Pereira

2.5.1 Resumo

A cor dos tecidos das plantas fornece informações sobre a influência da luz, temperatura do local e da composição química do solo, especialmente quando o solo é deficiente em determinado macronutriente ou micronutriente. Objetivou-se com este estudo avaliar os diferentes padrões de cores das folhas de algumas espécies arbóreas do Jardim Botânico da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Durante os meses de dezembro de 2016 até agosto de 2017 foram coletadas as folhas de 15 espécies e caracterizadas segundo a *Color Chart For Plant Tissues*. Os matizes encontrados para tons avermelhados foram registrados em quatro espécies, todas no mês de dezembro. Todas as espécies estudadas apresentaram a pigmentação verde sendo observado o predomínio dos verdes amarelados (matiz GY). A pigmentação amarela foi verificada com maior frequência no mês de agosto, no qual 11 das espécies estudadas apresentaram tal cor.

Palavras-chave: Coloração. Fração foliar. Tonalidades.

2.5.2 Introdução

A cor pode ser definida como a sensação que a luz provoca no órgão de visão humana, e que depende, primordialmente, do comprimento de onda das radiações (FERREIRA, 2003). A cor não é uma característica absoluta de um objeto, mas sim uma percepção humana. Cada indivíduo tem uma percepção própria da cor de um determinado objeto que depende de aspectos fisiológicos e psicológicos (MELCHIADES; BOSCHI, 1999). A percepção está relacionada à atitude corporal que ocorre através da causalidade linear estímulo-resposta (NOBREGA, 2008).

A cor dos tecidos das plantas fornece informações sobre a influência da luz, temperatura do local e da composição química do solo, especialmente quando o solo é deficiente em determinado nutriente. Além disso, pode revelar a origem genética das plantas, o efeito de substâncias tóxicas ou a ação de organismos parasitas (MUNSELL, 2011). Blackmer et al. (1993) observaram que outros fatores, como por exemplo a disponibilidade de nitrogênio, a idade e teor de água na planta, densidade de plantas, cultivar, estresse ambiental ou fatores bióticos, podem afetar a intensidade da cor verde na folha.

A definição das diferentes cores é dada por padrões pré-definidos, como o sistema de cores Munsell (MIZUNUMA et al., 2014). Nesse sistema são utilizados três atributos para a identificação das cores: o matiz, o valor e croma. O matiz representa a cor e para as plantas ele é dividido em vermelho (R), amarelo (Y), verde (G), azul (B) e ainda apresenta tons intermediários como amarelo/vermelho (YR), verde/amarelo (GY), azul/verde (BG) e vermelho/roxo (RP). O valor representa o grau de luminosidade ou escuridão de uma cor e varia de 3 a 8 para plantas e o croma indica a saturação que varia de 2 a 12 em plantas.

Em função da variação das cores das folhas impostas pela sazonalidade, o objetivo deste estudo foi avaliar os diferentes padrões em algumas espécies arbóreas do Jardim Botânico da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro ao longo de um período .

2.5.3 Material e métodos

A coleção viva de espécies do Jardim Botânico da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro possui, principalmente, indivíduos de espécies características da Mata Atlântica, contudo espécies de outros biomas como, por exemplo, do Cerrado também são encontradas.

Para o estudo, foram selecionadas 15 diferentes espécies arbóreas na área do Jardim Botânico, no qual apresentam tons de cores diferenciados, sendo: *Basiloxylon brasiliensis* (All.) K. Schum (Pau-rei), *Calycophyllum spruceanum* (Benth.) K. Schum. (Pau-mulato), *Cariniana estrellensis* (Raddi) Kuntze (Jequitibá branco), *Cinnamomum pseudoglaziovii* Lorea-Hern. (Canela), *Cupania oblongifolia* Mart. (Camboatá), *Erythroxylum pulchrum* A.St.-Hil. (Arco-de-pipa), *Guarea guidonia* (L.) Sleumer (Carrapeta), *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos (Ipê rosa), *Hevea brasiliensis* (Seringueira), *Inga laurina* (Sw.) Willd. (Ingá), *Lecythis pisonis* Cambess. (Sapucaia), *Manilkara rufula* (Miq.) H.J. Lam (Maçaranduba), *Paubrasilia echinata* Lam. (Pau-brasil), *Syzygium jambolanum* (Lam.) DC. (Jambo) e *Tibouchina granulosa* (Desr.) Cogn. (Quaresmeira).

Durante os meses de dezembro de 2016 até agosto de 2017 foram coletadas as folhas das respectivas espécies, para a avaliação do grau de variação de suas respectivas cores, podendo elas estarem em diferentes estágios de desenvolvimento: jovens, maduras e senescentes. O material foi coletado com o auxílio de uma faca de poda ou um podão e caracterizado segundo a *Color Chart For Plant Tissues* (MUNSELL, 2011), em que é utilizada a notação "matiz valor/croma". Após coletadas, as folhas foram fotografadas e guardadas em um saco de papel com sua identificação

e colocadas para secar em estufa a 65ºC (até peso constante) sendo o material posteriormente armazenado (Figura 47).

Figura 47 - Procedimento de coleta. A) Coleta da serapilheira. B) Coleta na parte arbórea. C) Folhas devidamente armazenadas. D) Avaliação dos tons com o emprego do *Color Chart For Plant Tissues* (MUNSELL, 2011).

Fonte: Fotos - Wilbert Valkinir Cabreira.

2.5.4 Resultados

Das oito variações do matiz presentes na carta de Munsell, foram registrados somente quatro para as espécies presentes no Jardim Botânico sendo eles R (vermelho), YR (amarelo/vermelho), Y (amarelo) e GY (verde/amarelado); para as seis variações de "croma" presentes na carta, somente a variação 12 não foi registrada. Já para o "valor", as espécies do Jardim Botânico apresentaram todas as variações.

O matiz encontrado para tons avermelhados variou de 2,5R e 5R. Das 15 espécies em estudo, quatro apresentaram essa variação (Pau-rei, Canela, Pau-mulato e Seringueira), todas registradas no mês de dezembro.

Em todas as espécies estudadas foi verificada a pigmentação verde, sendo observado o predomínio de matizes verde-amarelados (matiz GY). A espécie que apresentou a coloração mais escura foi o *P. echinata* (Pau-brasil) com notação 7,5GY 3/2, sendo essa observada de dezembro até abril. Já a espécie que apresentou a cor mais clara foi *C. pseudoglaziovii* (Canela) com coloração 2,5GY 7/6 no mês de dezembro.

A pigmentação amarelada foi comumente verificada no mês de agosto, no qual 11 das espécies estudadas apresentaram essa pigmentação caracterizando um traço da fisiologia de tais espécies em decorrência da sazonalidade.

2.5.5 Discussão

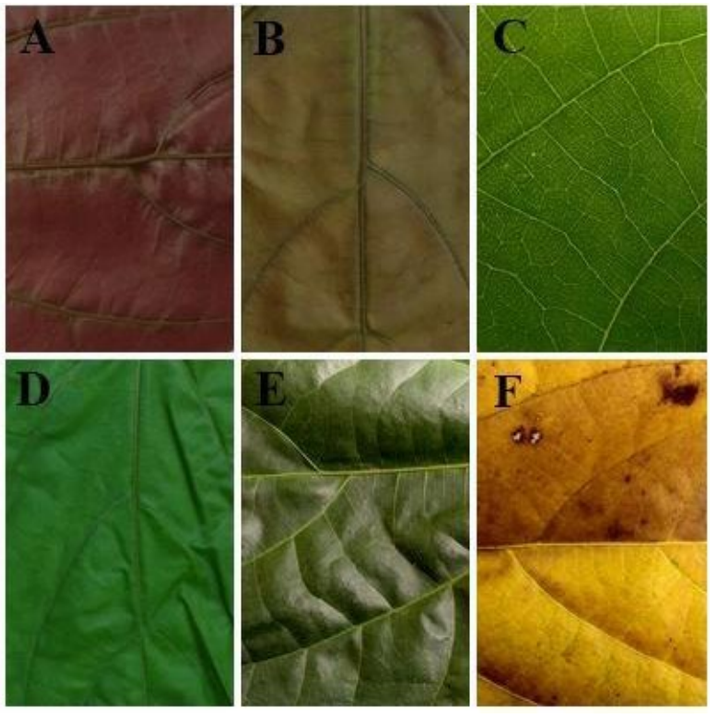
Conforme Close e Beadle (2003), as antocianinas, são responsáveis pela maioria das cores vermelha, rosa, roxa e azul, as quais funcionam como proteção contra a luz UV e luz visível.

O pigmento verde representa a clorofila, que tem por função a captação de luz, fundamental para a fotossíntese (ENGEL; POGGIANI, 1991).

Em relação aos tons amarelados, o pigmento amarelo indica a presença dos carotenóides, os quais ocorrem em materiais em processo de senescência, doenças ou deficiência nutricional (UENOJO, 2007). A maior presença dessa pigmentação no mês de agosto, indica que nessa época do ano as espécies estão na fase da senescência (CAMARGO; CAMARGO, 2001; FILHO et al., 2003; DEMITE; FERIS, 2007).

Pode-se notar seis diferentes tons de cores para o Pau-rei (Figura 48) no período de estudo. Na Figura 48A, observa-se o matiz "5R" caracterizando a fase jovem da folha coletada no mês de dezembro. Já na Figura 48F, percebe-se a matiz "2,5Y", indicando senescência da folha caracterizada no mês de agosto.

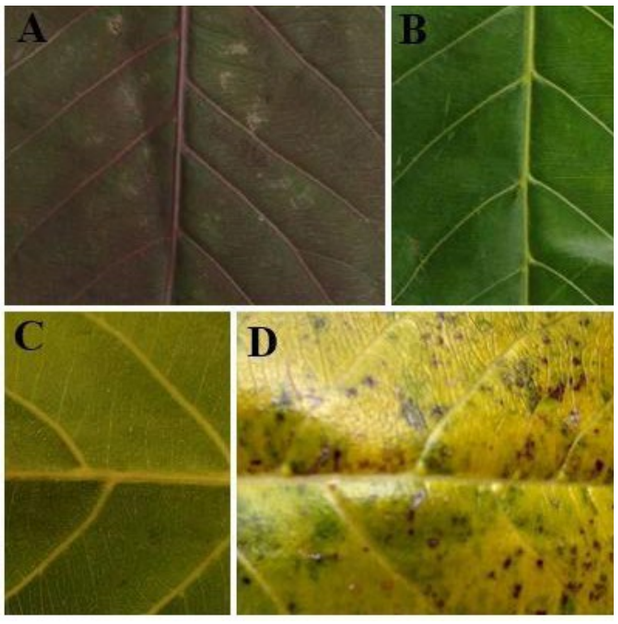
Figura 48 - Variação dos tons de cores de *B. brasiliensis* (Pau-rei) baseado no *Color Chart For Plant Tissues* (MUNSELL, 2011). A) 5R 3/4 B) 10R 5/4 C) 5GY 4/4 D) 7,5GY 5/6 E) 7,5GY 3/4 F) 2,5Y 7/8.



Fonte: Fotos - Raíssa Nascimento dos Santos.

Assim como o Pau-rei, o Pau-mulato também apresentou a matiz "R" no mês de dezembro (Figura 49A). Contudo houve uma menor variação nos tons de verde. Assim como nas demais espécies o tom amarelado foi característico no mês de agosto.

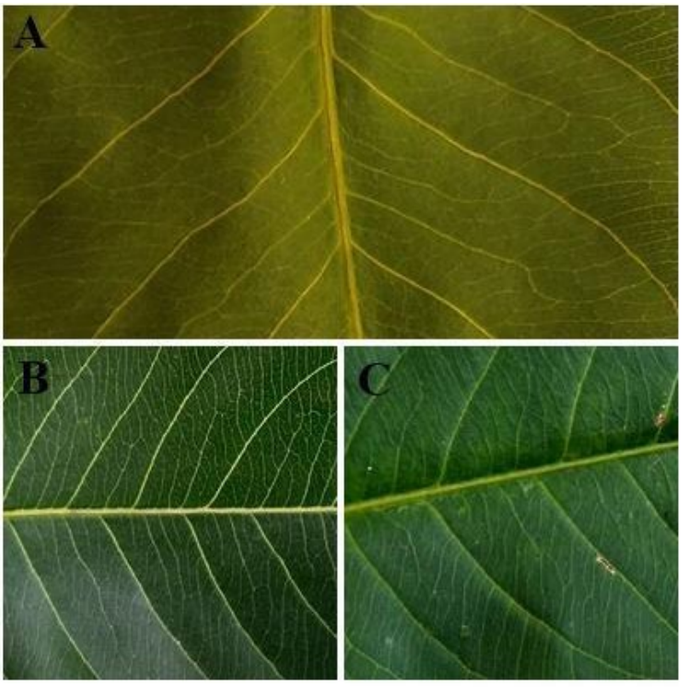
Figura 49 - Variação dos tons de cores de *C. spruceanum* (Pau-mulato) baseado no *Color Chart For Plant Tissues* (MUNSELL, 2011). A) 10R 3/4 B) 7,5GY 4/4
C) 5GY 5/6 D) 2,5Y 6/8.



Fonte: Fotos - Raíssa Nascimento dos Santos.

Somente o matiz "GY" foi registrado ao longo das coletas para o Jequitibá-branco (Figura 50). Segundo Lorenzi (2002) e Lorenzi (2009) ambas as espécies são semidecíduas de modo que suas folhas caem de forma parcial durante todo o ano todo. Não foram observados tons amarelos em suas folhas podendo ser decorrente a algum fator incomum ou até mesmo a sazonalidade característica do local.

Figura 50 - Variação dos tons de cores de *C. estrellensis* (Jequitibá-branco) baseado no *Color Chart For Plant Tissues* (MUNSELL, 2011). A) 5GY 6/8 B) 7,5GY 3/4 C) 7,5GY 4/4.

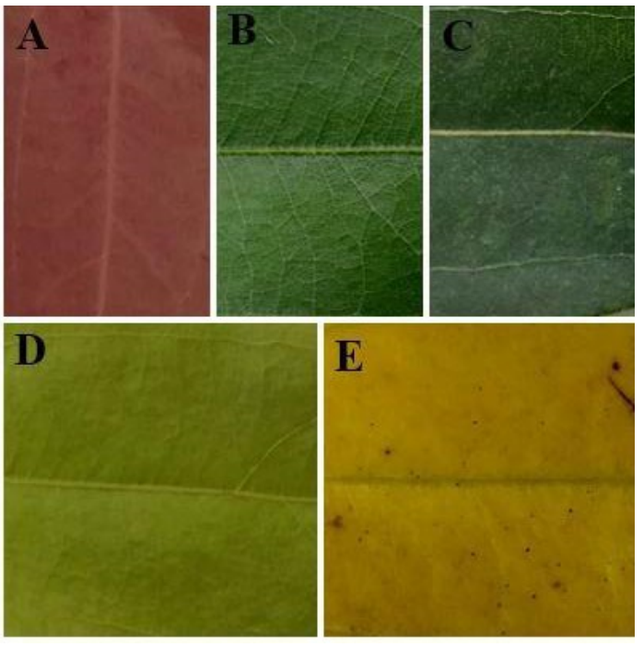


Fonte: Fotos - Raíssa Nascimento dos Santos.

Para a Canela foram identificados cinco diferentes tons (Figura 51). Na Figura 51A, nota-se um tom mais avermelhado caracterizando a fase jovem da folha coletada no mês de dezembro. Já na Figura 51E, percebe-se um tom mais amarelado, indicando senescência da folha verificada no mês de agosto.

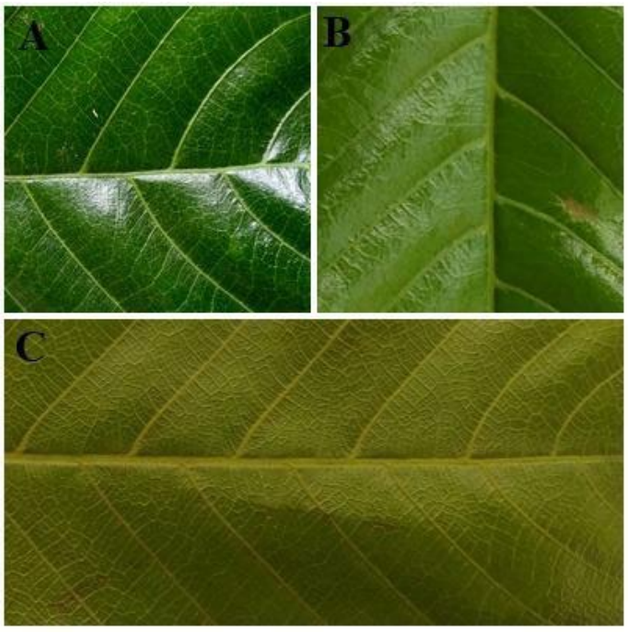
O Camboatá apresentou três diferentes tons (Figura 52), e somente o matiz 5GY foi observado ao longo do tempo, variando somente o valor e croma. O matiz "GY" foi o único registrado na observação do Arco de Pipa (Figura 53) caracterizando essa espécie juntamente com o Jequitibá-branco (Figura 50) como as que apresentaram menor variação de cor ao longo do tempo.

Figura 51 - Variação dos tons de cores de *C. pseudoglaziovii* (Canela) baseado no *Color Chart For Plant Tissues* (MUNSELL, 2011). A) 2R 5/8 B) 7,5GY 5/8 C) 7,5GY 3/4 D) 2,5GY 7/6 E) 2,5Y 8/10.



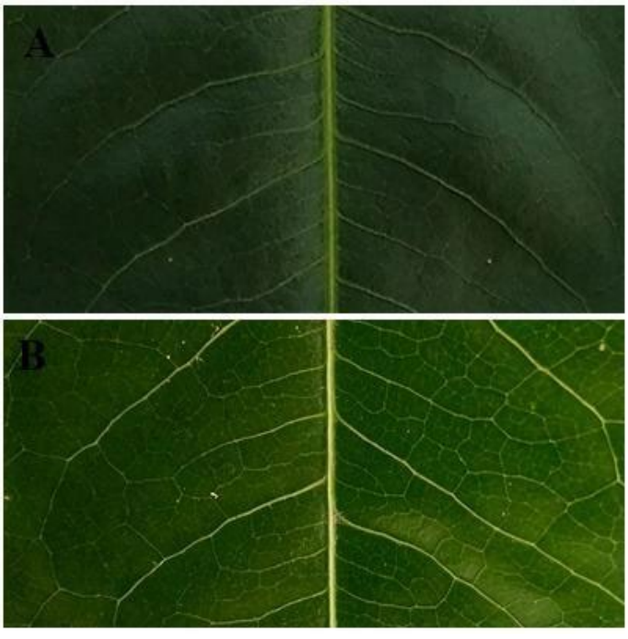
Fonte: Fotos - Raíssa Nascimento dos Santos.

Figura 52 - Variação dos tons de cores de *C. oblongifolia* (Camboatá) baseado *Color Chart For Plant Tissues* (MUNSELL, 2011). A) 5GY 4/4 B) 5GY 6/6 C) 5GY 6/8.



Fonte: Fotos - Raíssa Nascimento dos Santos.

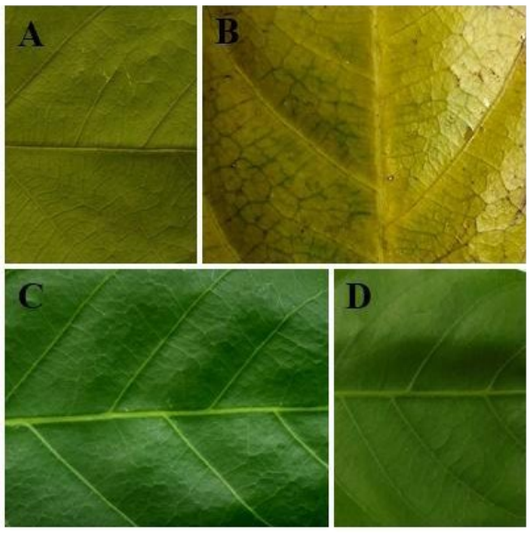
Figura 53 - Variação dos tons de cores de *E. pulchrum* (Arco de Pipa) baseado no *Color Chart For Plant Tissues* (MUNSELL, 2011). A) 7,5GY 3/2 B) 7,5GY 4/6.



Fonte: Fotos - Raíssa Nascimento dos Santos.

Para a Carrapeta foram observados quatro diferentes tons (Figura 54). Na Figura 54B, nota-se o matiz 5Y indicando a senescência da folha no mês de agosto e nas demais figuras variações do matiz GY.

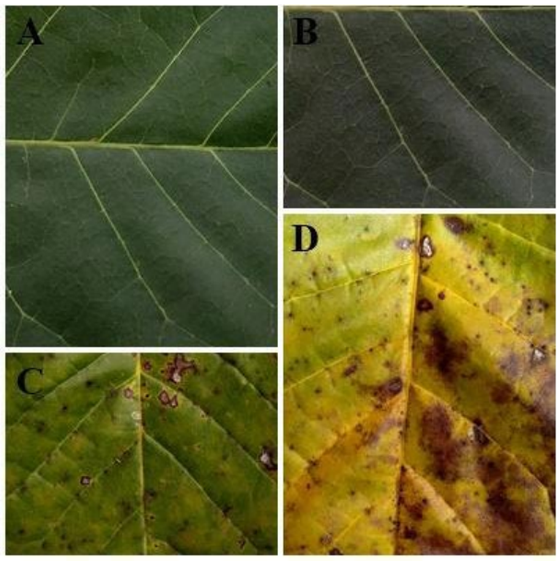
Figura 54 - Variação dos tons de cores de *G. guidonia* (Carrapeta) baseado *Color Chart For Plant Tissues* (MUNSELL, 2011). A) 2,5GY 6/10 B) 5Y 7/10 C) 7,5GY 4/4 D) 5GY 5/6.



Fonte: Fotos - Raíssa Nascimento dos Santos.

O Ipê-rosa apresentou quatro diferentes tons (Figura 55). Na Figura 55C e 55D, nota-se a presença de cancros na folha. Fator esse que pode ter contribuído para a coloração caracterizada no mês de agosto.

Figura 55 - Variação dos tons de cores de *H. impetiginosus* (Ipê-rosa) baseado no *Color Chart For Plant Tissues* (MUNSELL, 2011). A) 7,5GY 4/4 B) 7,5GY 3/4 C) 2,5GY 6/6 D) 5Y6/8.



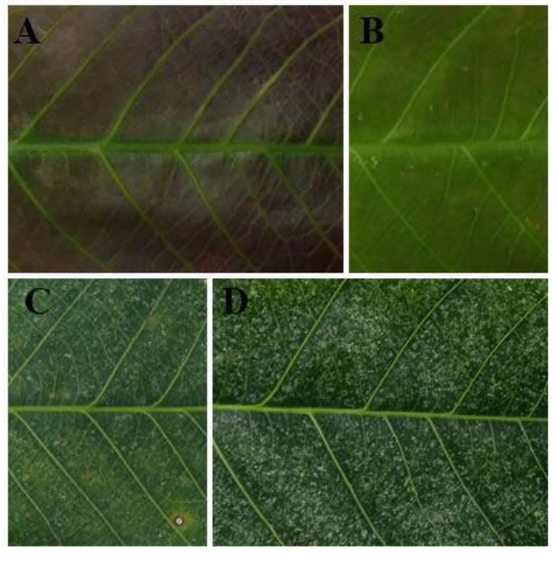
Fonte: Fotos - Raíssa Nascimento dos Santos.

Na Seringueira foram identificados quatro diferentes tons (Figura 56). Na Figura 56A, como nas espécies Canela, Pau-rei e Pau-mulato nota-se um tom mais avermelhado caracterizando a fase jovem da folha coletado no mês de dezembro. Já nas demais figuras, percebe-se variação do matiz entre 2,5GY e 5GY, passando de um tom de verde mais claro para um tom mais escuro.

O Ingá apresentou três diferentes tons (Figura 57). Na Figura 57B, observa-se notação 7,5GY 4/4 não sendo verificada uma grande variação de tons verdes para essa espécie no período do estudo. Já na Figura 57C, percebe-se um tom mais amarelado, indicando senescência da folha observada no mês de agosto.

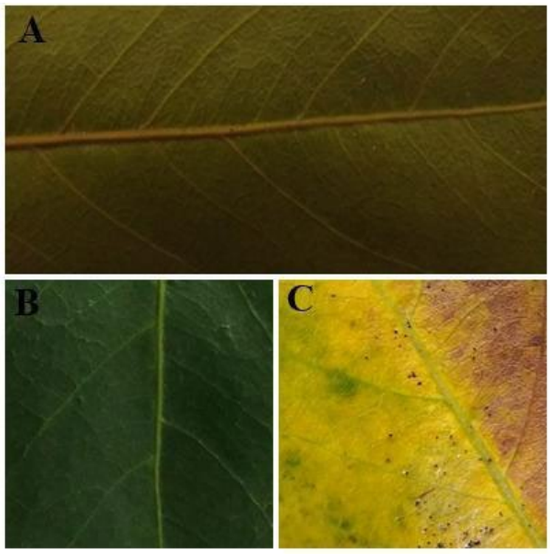
Nas Figuras 58A e 58B observa-se que a Sapucaia apresentou o mesmo matiz mostrando que a sazonalidade não interferiu sob o mesmo, variando apenas o croma e valor. Já na Figura 58C, o mês de agosto foi caracterizado por tons amarelados indicando senescência das folhas.

Figura 56 - Variação dos tons de cores de *H. brasiliensis* (Seringueira) baseado no *Color Chart For Plant Tissues* (MUNSELL, 2011). A) 10R 3/4 B) 5GY 6/6 C) 7,5GY 4/4 D) 7,5GY 3/4.



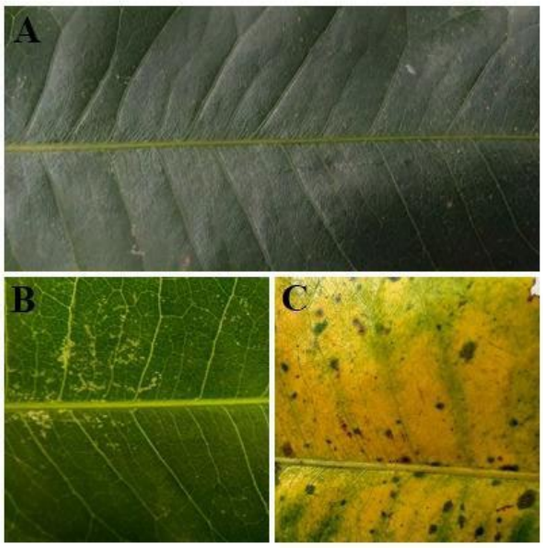
Fonte: Fotos - Raíssa Nascimento dos Santos.

Figura 57 - Variação dos tons de cores de *I. laurina* (Ingá) baseado no *Color Chart For Plant Tissues* (MUNSELL, 2011). A) 5Y 5/4 B) 7,5GY 4/4 C) 5Y 7/8.



Fonte: Fotos - Raíssa Nascimento dos Santos.

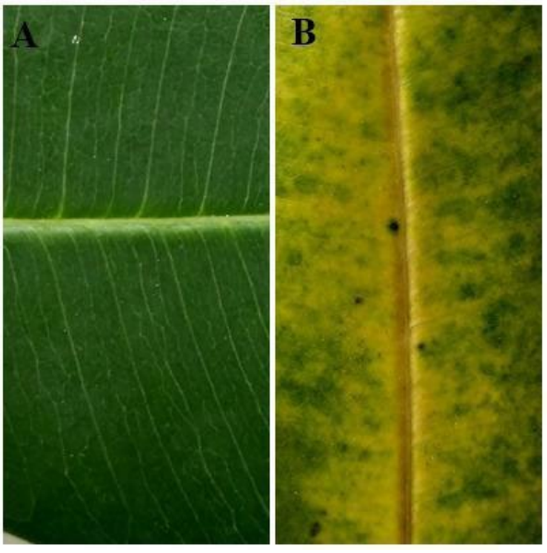
Figura 58 - Variação dos tons de cores de *L. pisonis* (Sapucaia) baseado no *Color Chart For Plant Tissues* (MUNSELL, 2011). A) 7,5GY 3/4 B) 7,5GY 6/8 C) 2,5Y 7/10.



Fonte: Fotos - Raíssa Nascimento dos Santos.

Apresentando somente duas variações ao longo do período de estudo, na Maçaranduba (Figura 59) identificou-se a notação 7,5GY 5/6 para os meses de dezembro até julho e 5Y 8/8 sendo observado o tom amarelo no mês de agosto em virtude de sua época de senescência.

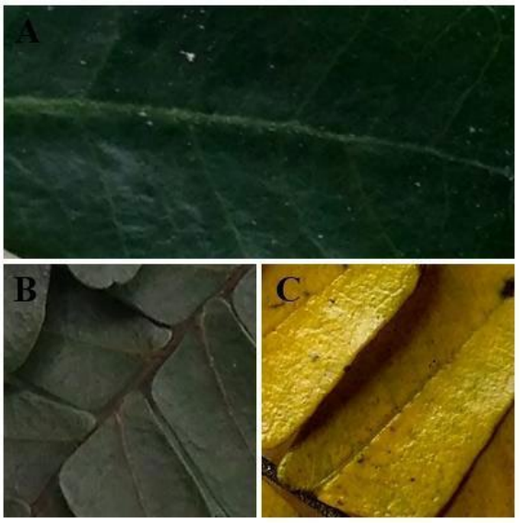
Figura 59 - Variação dos tons de cores de *M. rufula* (Maçaranduba) baseado *Color no Chart For Plant Tissues* (MUNSELL, 2011). A) 7,5GY 5/6 B) 5Y 8/8.



Fonte: Fotos - Raíssa Nascimento dos Santos.

Para o Pau-brasil foram verificados três diferentes tons (Figura 60). Na Figura 60B observou-se a coloração mais escura dentre todas as espécies estudadas e na Figura 60C tons amarelados identificados no mês de agosto devido a época de senescência da espécie.

Figura 60 - Variação dos tons de cores de *P. echinata* (Pau-brasil) baseado no *Color Chart For Plant Tissues* (MUNSELL, 2011). A) 7,5GY 3/4 B) 7,5GY 3/2 C) 5Y 6/8.

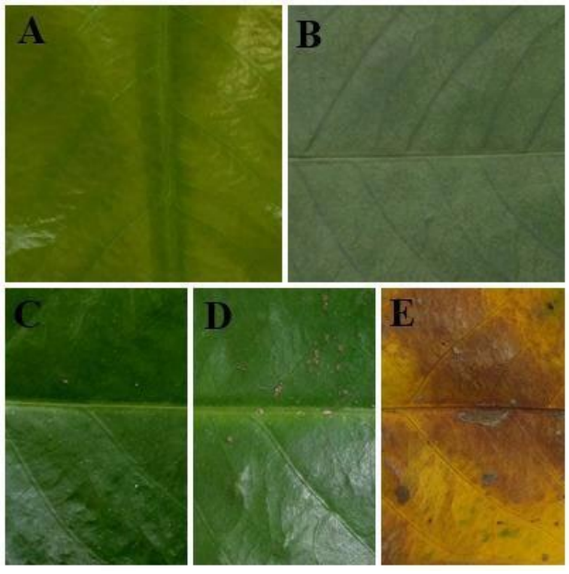


Fonte: Fotos - Raíssa Nascimento dos Santos.

O Jambo apresentou cinco diferentes tons (Figura 61). Nas Figuras 61A até 61D, nota-se somente variação de croma e valor para o matiz 5GY. E na Figura 61E, presença de matiz 2,5Y que caracteriza tons amarelados observando-se o processo de senescência da folha.

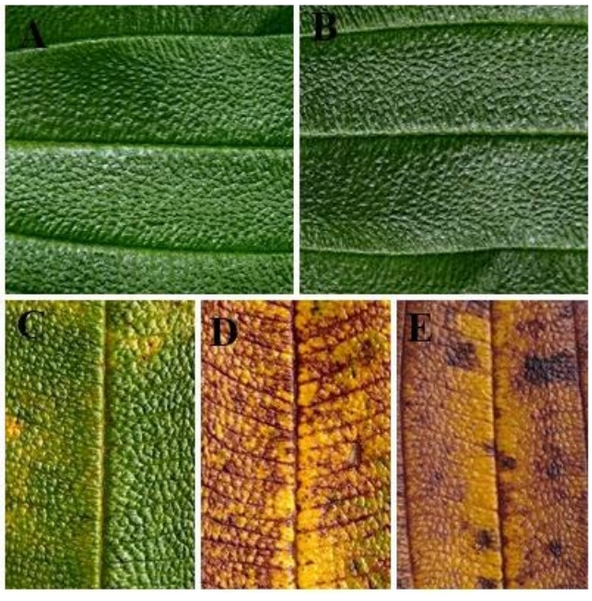
Para a Quaresmeira foram observados cinco diferentes tons (Figura 62). Nas figuras 62A e 62B nota-se somente variação do croma e valor. Já na Figura 62C o tom verde já começa a dar espaço para tons amarelados observados no mês de agosto e nas Figuras 62D e 62E o processo de senescência continua demonstrando tons marrons na folha.

Figura 61 - Variação dos tons de cores de *S. jambolanum* (Jambo) baseado no *Color Chart For Plant Tissues* (MUNSELL, 2011). A) 5GY 6/6 B) 5GY 5/6 C) 5GY 4/6 D) 5GY 4/4 E) 2,5Y 7/8.



Fonte: Fotos - Raíssa Nascimento dos Santos.

Figura 62 - Variação dos tons de cores de *T. granulosa* (Quaresmeira) baseado no *Color Chart For Plant Tissues* (MUNSELL, 2011). A) 7,5GY 5/8 B) 7,5GY 4/6 C) 2,5GY 6/8 D) 2,5Y 6/8 E) 2,5YR 5/4.



Fonte: Fotos - Raíssa Nascimento dos Santos.

2.5.6 Conclusão

A sazonalidade foi o principal fator que influenciou na variação do matiz nas folhas das espécies arbóreas estudadas no Jardim Botânico da UFRRJ, porém não promoveu diferença de valor e croma.

2.6 ATRIBUTOS QUÍMICOS, FÍSICOS E CARBONO ORGÂNICO TOTAL DE SOLO SOB ESPÉCIES ARBÓREAS E DA FAMÍLIA POACEAE OCORRENTES NO JARDIM BOTÂNICO DA UFRRJ

Luiz Alberto da Silva Rodrigues Pinto, Melania Merlo Ziviani, Carlos Roberto Pinheiro Junior, Gustavo Candido da Silva Rodrigues, Marcos Gervasio Pereira & Nivaldo Schultz

2.6.1 Resumo

Entre os fatores que influenciam na formação e preservação do solo, as espécies vegetais, inseridas no fator "organismos" atuam de forma ativa através de ação física para o estabelecimento do sistema radicular, e química através da liberação de substâncias que atuam na dinâmica, formação e preservação do solo. O objetivo deste estudo foi avaliar a influência de diferentes espécies arbóreas e da família Poaceae em atributos químicos, físicos e no carbono orgânico total (COT) de diferentes solos. O estudo foi desenvolvido em 3 áreas dentro do Jardim Botânico da UFRRJ. Os atributos químicos avaliados foram: pH, alumínio, acidez potencial, cálcio, magnésio, sódio, potássio, fósforo e o carbono orgânico do solo. Os atributos físicos foram: textura densidade do solo, estabilidade de agregados e volume total de poros. Foram selecionadas três áreas em diferentes pontos da paisagem, onde dois solos foram classificados como Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico e um Planossolo Háplico Distrófico típico. A amostragem foi realizada nas camadas de 0-5, 5-10 e 10-20 cm de profundidade em pontos selecionados sob a copa de diferentes espécies arbóreas e em áreas adjacentes as árvores, sob influência de espécies da família Poaceae. Os solos sob as copas das árvores apresentaram teores de cálcio, potássio e capacidade de troca catiônica na camada de 0-5 cm superior aos solos mantidos sob espécies de Poaceae. Com exceção da textura na camada de 0-5 cm os atributos físicos e o COT do solo não diferiram em função da ocupação do solo. A presença de espécies arbóreas promove melhoria na fertilidade do solo, especialmente nas camadas superficiais.

Palavras-chave: Atributos do solo. Gramíneas. COT. Jardim Botânico.

2.6.2 Introdução

As espécies vegetais, inseridas no fator de formação do solo "organismos" atuam de forma ativa através de ação física para o estabelecimento do sistema radicular e química, com a liberação de substâncias que atuam na dinâmica, formação e preservação do solo, sendo essa ação diferenciada em função das espécies (KÄMPF; CURI, 2012). Os principais parâmetros de avaliação do solo, tanto de forma quantitativa quanto qualitativa são os atributos físicos – densidade do solo, estabilidade de agregados e porosidade; químicos – pH, acidez potencial, capacidade de troca catiônica, cátions trocáveis e soma de bases e biológicos – biomassa microbiana, os quais podem ser alterados de forma positiva ou negativa em decorrência do manejo e uso do solo (BODDEY et al., 2003).

Entre as diferentes estratégias que podem ser adotadas para proteger o solo e evitar sua degradação, destaca-se a manutenção de sua cobertura, seja esta viva ou morta (BERTONI; LOMBARDI NETO, 2012). Segundo estes autores, o principal agente de degradação do solo quando este não possui cobertura vegetal é a chuva, condição que favorece a intensificação dos efeitos negativos do impacto das gotas, reduzindo a infiltração e redistribuição da água no perfil do solo, favorecendo a acumulação de água na superfície do solo e o escoamento superficial. O resultado dessa combinação de eventos é a perda de solo, água, nutrientes e matéria orgânica que incorpora carbono orgânico no solo (BAYER et al., 2006; BERTOL et al., 2007, LOSS et al., 2011).

As espécies vegetais atuam de forma diferenciada no solo, principalmente em função da arquitetura do sistema radicular, que em espécies arbóreas atinge camadas mais profundas, podendo promover a remobilização de nutrientes nestas camadas e sua deposição na superfície; ao passo que espécies que apresentam sistema radicular mais denso nas camadas superficiais, tais como as da família Poaceae atuam de forma mais intensiva nas camadas superficiais, com menor expressividade na ciclagem de nutrientes do perfil do solo (BARRETO et al., 2006; SELLE, 2007).

O conhecimento das diferenças morfológicas dos sistemas radiculares de espécies vegetais arbóreas e não arbóreas e sua interpretação e aplicabilidade prática pode ser uma alternativa economicamente viável e ambientalmente sustentável, uma vez que proporciona maior dinamismo no sistema solo-planta, proporcionando o aproveitamento de nutrientes e água que se encontram em camadas mais profundas do solo e a redução de doses de fertilizantes aplicadas, seja em sistemas agrícolas, agroflorestais, florestais, parques, jardins, entre outros. Um exemplo de sucesso que integra espécies vegetais com diferentes aptidões produtivas e diferentes morfologias de sistemas radiculares é a Integração Lavoura-Pecuária-Floresta, onde as lavouras exploram com maior intensidade as camadas superficiais e as espécies florestais remobilizam nutrientes em profundidade e adicionam na superfície do solo, promovendo a sustentabilidade dos sistemas produtivos (BALBINO et al., 2012). Em solos ocupados somente por plantas da família Poaceae, o componente orgânico se forma em proporção menor do que sob vegetação arbórea resultando no aumento do tempo para que ocorra a melhoria nos atributos do solo (WENDLING et al., 2005).

O presente estudo teve como objetivo avaliar a influência de diferentes espécies vegetais nos atributos químicos, físicos e no COT do solo em três diferentes áreas do Jardim Botânico da UFRRJ.

2.6.3 Material e métodos

As áreas de estudo localizam-se em pontos distintos da paisagem do JB da UFRRJ, sendo selecionadas três áreas. Para avaliar a influência das diferentes espécies vegetais nos atributos do solo foram selecionadas quatro subáreas amostrais de 1 m^2 sob as copas das árvores mencionadas e quatro subáreas adjacentes as estas sob influência de diferentes espécies da família Poaceae, com predomínio de braquiárias (*Urochloa* sp.), capim rabo-de-burro (*Andropogon bicornis* L.) e grama batatais (*Paspalum notatum*), sendo a área 1 constituída por um conjunto de mangueiras (*Mangifera indica* L.), onde o solo foi identificado como ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico; a área 2 sob um conjunto de espécies nativas, tais como, ingá (*Inga laurina* (Sw.) Willd.), pau-brasil [*Paubrasilia* echinata (Lam.) Gagnon, H.C.Lima & G.P.Lewis], monguba (*Pachira aquática* Aubl.) e pau-ferro (*Caesalpinia férrea* Mart.) e o solo identificado como ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, e, por fim, a área 3, também sob espécies nativas, sendo estas açacu (*Hura crepitans* L.), quixaba [*Sideroxylum obtusifolium* (Roem Humb. Ex. Schult.) TD Penn.] e dois espécimes de jamelão (*Syzygium cumini* L.) e solo identificado como PLANOSSOLO HÁPLICO Distrófico típico. Os solos foram classificados segundo Ramos et al. (1973) e Santos et al. (2013).

Em cada área selecionada foram delimitadas parcelas de 1m^2, sendo coletadas 6 amostras simples para formar uma amostra composta por camada. As camadas foram de 0-5, 5-10 e 10-20 cm de profundidade. Após a coleta as amostras foram secadas ao ar, destorroadas e passadas por peneira de 2,00 mm de diâmetro de malha, obtendo-se assim a terra fina seca ao ar (TFSA). Posteriormente foram realizadas a caracterização granulométrica, a quantificação da densidade das partículas e a análise da fertilidade do solo.

Para a realização da análise granulométrica a TFSA foi dispersa com NaOH 1 mol L^{-1} e homogeneizado, em baixa rotação, por 16 horas. O teor de argila total foi determinado na suspensão, pelo método da pipeta (KIEHL, 1979). A fração areia foi separada por tamisação e a fração silte foi obtida por diferença.

Para a caracterização da fertilidade do solo, foram determinados os valores de pH e os teores de Ca^{2+}, Mg^{2+}, K^{+}, Na^{+}, P, H+Al, Al^{3+}, COT, segundo Silva (2009). O pH em água, foi determinado na suspensão solo-líquido de 1:2,5, com tempo de contato de 1 hora com agitação da suspensão antes da leitura. Para a determinação dos cátions trocáveis (Ca^{2+}, Mg^{2+} e Al^{3+}), foi realizada a extração com solução de KCl 1 mol L^{-1} (proporção solo:solução 1:10) sendo os teores de Ca^{2+} e Mg^{2+} determinados por complexometria. O Al^{3+} foi determinado por titulação com solução de NaOH 0,025 mol L^{-1} como titulante e azul de bromotimol como indicador. Para a determinação de sódio e potássio trocáveis (Na^{+} + K^{+}) e P assimilável foi utilizada a solução de HCl 0,05 mol L^{-1} e H_2SO_4 0,0125 mol L^{-1} (proporção solo:solução 1:10), na qual Na^{+} e K^{+} foram determinados por fotometria de chama. O P assimilável foi determinado por colorimetria após a redução do complexo fosfomolibídico com ácido ascórbico, na presença de sal de bismuto. A acidez potencial do solo (H + Al) foi extraída com solução de acetato de cálcio 1 mol L^{-1}, ajustado a pH 7,0 (proporção solo:solução 1:15) e determinada por titulação com NaOH 0,025 mol L^{-1}. A partir dos resultados, foram calculados a soma de bases trocáveis (S), a capacidade de troca catiônica (CTC) do solo a pH 7,0 e a saturação por bases (V%). O carbono orgânico total (COT) do solo foi determinado pela oxidação da matéria orgânica pelo dicromato de potássio 0,2 mol L^{-1}, em meio sulfúrico, e titulação com sulfato ferroso amoniacal 0,1 mol L^{-1}.

Para as análises físicas de densidade do solo (D_s), densidade das partículas (D_p), volume total de poros (VTP) e estabilidade de agregados, as amostras foram coletadas indeformadas, nas mesmas subáreas de 1m^2 e camadas descritas para as análises químicas. Essas coletas e análises foram realizadas de acordo com os métodos descritos por KIEHL (1979). Para a avaliação da

D_s as amostras foram coletadas com anel de Kopeck, secadas em estufa a 105 °C por 24 h, e em seguida calculada a relação massa/volume utilizando a seguinte equação:

$$D_s\ (Mg\ m^{-3}) = \frac{\text{Massa do solo seco a 105 °C por 24 h (g)}}{\text{Volume total do solo (medida do anel de Kopeck) (cm}^3\text{)}} \quad (1)$$

A D_p foi determinada através do método do balão volumétrico da seguinte forma: foram acondicionados 20 g de terra fina seca em estufa (TFSE) em um balão volumétrico de 50 mL, em seguida adicionados 20 mL de álcool etílico. Na sequência o balão contendo a TFSE + 20 álcool etílico foram submetidos a vácuo até cessar a saída de bolhas da TFSE dentro do balão. Em seguida foi completado o volume de álcool até a marca de 50 mL do balão volumétrico. A partir destes dados foi obtida a D_p utilizando a seguinte equação:

$$D_p\ (Mg\ m^{-3}) = \frac{\text{20 g TFSE a 105 °C por 24 h (g)}}{\text{50 - (volume total de álcool)}} \quad (2)$$

A partir da D_s e D_p foi calculado o VTP utilizando a seguinte equação:

$$VTP\ (\%) = \frac{1 - (D_s)}{D_p} \times 100 \quad (3)$$

Para avaliar a estabilidade dos agregados, as amostras foram passadas por peneiras de 8,0 e 4,0 mm de diâmetro de malha. Em seguida foram pesados 25 g de agregados retidos na peneira de 4,0, que foram transferidos para peneira de 2,0 mm de um conjunto de peneiras com diâmetro de malha decrescente, de 2,0; 1,0; 0,5; 0,25 e 0,105 mm. Os agregados inicialmente colocados na peneira de 2,0 mm foram umedecidos com atomizador, posteriormente o conjunto de peneiras foi submetido à tamisação vertical via úmida por 15 min. no aparelho de Yooder. Transcorrido esse tempo, o material retido em cada peneira foi retirado, separado com jato d'água, colocado em placas de petri previamente pesadas e identificadas, e levado à estufa a 105°C, até a obtenção de massa constante.

A partir da massa de agregados retida em cada peneira foi calculado o diâmetro médio ponderado (DMP) dos agregados utilizando as seguintes equações:

$$\text{Porcentagem de agregados de cada classe (\%)} = \frac{\text{(Peso dos agregados retidos em cada peneira após secar em estufa a 105 °C por 24 h (g))}}{\text{Peso da amostra inicial (TFSE) (g)}} \times 100 \quad (4)$$

Porcentagem de agregados de cada classe (%) = (Peso dos agregados retidos em cada peneira após secar).

$$\text{DMP (mm)} = \sum \frac{\text{Centro de classe (mm) x \% de agregados de cada classe}}{100} \quad (5)$$

Em que os centros de classes são: 5, 1,5, 0,75, 0,375, 0,175 e 0,05 mm.

Os dados foram testados quanto à distribuição normal e a homogeneidade das variâncias utilizando o programa SAEG 9.1. Em seguida foi realizada análise de variância e o teste de médias utilizando o programa Sisvar 5.6, comparando as médias através do teste de Tukey a 5% de significância.

2.6.4 Resultados

A Tabela 24 apresenta a textura dos solos das três áreas de estudo. Na área 1, onde o solo foi classificado como ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico foi verificada textura franco-argilo arenosa nas três camadas avaliadas independente da presença das diferentes espécies vegetais. Na área 2, em que o solo também foi classificado como ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico foi verificada textura franco-argilo arenosa sob a influência das espécies arbóreas (ingá, pau-brasil, monguba e pau-ferro) e franco-arenosa sob as espécies da família Poaceae nas três camadas. Na área 3, sobre o PLANOSSOLO HÁPLICO Distrófico típico foi verificada textura areia-franca na presença das espécies arbóreas, nas camadas de 0-5 e 5-10 cm, e areia na camada de 10-20 cm de profundidade. Na presença das espécies da família Poaceae o PLANOSSOLO HÁPLICO Distrófico típico apresentou textura arenosa nas três camadas. Nas três áreas a presença de Poaceae reduziu os teores de argila no solo, na camada de 0-5 cm de profundidade, em relação aos solos sob as espécies arbóreas. Resultado similar foi observado ainda nas camadas de 5-10 e 10-20 para o solo da área 2.

Na área 1, no solo sob espécies de Poaceae foi verificado maior teor de areia na camada de 0-5 cm, superior ao observado no solo sob às espécies arbóreas. Resultado semelhante foi observado na camada de 10-20 cm no solo da área 2 e na camada de 5-10 cm no solo da área 3. Em relação aos atributos químicos, de maneira geral, nas três áreas a vegetação arbórea promoveu aumento dos teores nos solos em comparação às áreas sob as espécies da família Poaceae (Tabelas 25, 26 e 27). Na área 1 (ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico), sob influência de mangueiras, houve aumento na camada de 0-5 cm nos valores de pH, nos teores de Ca^{2+}, K^{+}, COT, soma de bases (S) e na capacidade de troca catiônica (CTC). Na camada de 5-10 cm somente os teores de K^{+} diferiram entre as diferentes coberturas do solo, sendo os maiores valores verificados no solo ocupada pelas mangueiras em comparação ao solo sob Poaceae. Na camada de 10-20 cm o pH, Ca^{2+}, valor S e P sob as espécies de Poaceae foram

superiores aos observados sob as mangueiras. Nas três camadas avaliadas os teores de Ca^{2+} e Mg^{2+} foram elevados, ao passo que os valores de K^{+} e P são classificados como baixos.

Na área 2, sob influência de diferentes espécies arbóreas e espécies da família Poaceae, as espécies arbóreas promoveram aumentos nos teores de Ca^{2+}, K^{+}, P, na CTC e na acidez potencial do solo ($H+Al^{3+}$) na camada de 0-5 cm, em comparação a área de Poaceae (Tabela 26). Na camada de 5-10 cm, o solo sob as espécies arbóreas apresentou valores de Al^{3+}, CTC e K superiores aos observados no solo da área 2 sob Poaceae. Os teores de Al e K apresentaram na camada de 10-20 cm o mesmo padrão observado na camada de 5-10 cm. Os teores de P na camada de 10-20 cm no solo sob as espécies arbóreas foram superiores aos observados no solo sob Poaceae.

Na área 3, sob influência de diferentes espécies arbóreas e espécies da família Poaceae foi verificada maior influenciada das espécies arbóreas na ciclagem de nutrientes, promovendo aumentos nos teores da maioria dos elementos químicos do solo até a camada de 10-20 cm de profundidade (Tabela 27). Nas três camadas avaliadas as espécies arbóreas promoveram no solo aumentos nos valores de Ca^{2+}, Mg^{2+}, S, CTC, K^{+} e P em comparação ao solo sob as espécies da família Poaceae. Na camada de 10-20 cm houve aumento do teor de Al no solo sob Poaceae em comparação ao solo sob as espécies arbóreas, sendo o oposto verificado para a acidez potencial (H+Al) nesta mesma camada.

Tabela 24 - Teores de areia, silte e argila dos solos das três áreas avaliadas no Jardim Botânico da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro sob a influência de espécies arbóreas e diferentes espécies da família Poaceae.

Espécie	**Profundidade (cm)**	Área 1			Área 2			Área 3		
		Areia	**Silte**	**Argila**	**Areia**	**Silte**	**Argila**	**Areia**	**Silte**	**Argila**
		g kg^{-1}								
Arbórea	0-5	590 b	140	270 a	740	40	220 a	780	90	130 a
Poaceae	0-5	660 a	120	220 b	760	70	170 b	830	110	60 b
Arbórea	5-10	620	120	260	740	30	230 a	810 b	80	110
Poaceae	5-10	640	100	260	790	50	160 b	940 a	10	50
Arbórea	10-20	660	80	260	720 b	50	230 a	870	50	80
Poaceae	10-20	650	100	250	790 a	50	160 b	920	40	40
C.V. (%)		3,8	45,0	12,4	5,0	61,6	11,3	8,9	62,5	50,7

Média de 4 repetições. Valores seguidos de letras diferentes nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey e 5% de significância. Área 1: Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico; Área 2: Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico; Área 3: Planossolo Háplico Distrófico típico.

Tabela 25 - Atributos químicos de um Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico sob influência de uma espécie arbórea (*Mangifera indica*) e diferentes espécies da família Poaceae – Área 1.

Espécie	**Profundidade (cm)**	**pH H_2O**	**Ca^{2+}**	**Mg^{2+}**	**Al^{3+}**	**H+Al**	**S**	**CTC**	**K^{+}**	**P**	**V**	**COT**
			cmol$_c$ dm^{-3}						**mg dm^{-3}**		**%**	**g kg^{-1}**
Arbórea	0-5	6,08 a	7,50 a	4,55 a	0,22 a	3,30 a	12,12 a	15,42 a	30,46 a	4,86 a	78 a	38,86 a
Poaceae	0-5	5,80 b	4,95 b	4,82 a	0,17 a	3,13 a	9,80 b	12,93 b	11,46 b	4,01 a	75 a	32,07 b
Arbórea	5-10	5,51 a	4,75 a	3,32 a	0,25 a	3,25 a	8,85 a	12,11 a	21,37 a	3,26 a	72 a	28,77 a
Poaceae	5-10	5,52 a	4,42 a	4,05 a	0,17 a	3,38 a	7,76 a	11,14 a	6,36 b	2,27 a	69 a	24,86 a
Arbórea	10-20	5,22 b	3,07 b	3,17 a	0,27 a	3,75 a	6,27 a	10,02 a	9,96 a	1,60 b	61 b	19,84 a
Poaceae	10-20	5,50 a	4,05 a	3,45 a	0,15 a	3,54 a	7,51 a	11,06 a	5,29 a	2,11 a	68 a	23,28 a
	CV %	2,76	9,78	20,65	57,02	14,81	11,38	10,26	25,94	32,67	4,80	11,80

Média de 4 repetições. Valores seguidos de letras diferentes nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 26 - Atributos químicos de um Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico, sob influência de diferentes espécies arbóreas e espécies da família Poaceae – Área 2.

Espécie	Profundidade (cm)	pH H_2O	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Al^{3+}	H+Al	S	CTC	K^+	P	V	COT
			$cmol_c\ dm^{-3}$						$mg\ dm^{-3}$		%	$g\ kg^{-1}$
Arbórea	0-5	5,16 a	2,90 a	3,20 a	0,26 a	8,08 a	6,14 a	14,23 a	16,46 a	9,79 a	44 a	35,93 a
Poaceae	0-5	5,33 a	1,70 b	3,30 a	0,18 a	5,73 b	5,02 a	10,75 b	9,24 b	6,77 b	46 a	31,31 a
Arbórea	5-10	4,96 a	1,62 a	2,55 a	0,42 a	7,05 a	4,21 a	11,26 a	12,37 a	6,83 a	37 a	26,49 a
Poaceae	5-10	5,14 a	1,72 a	1,95 a	0,22 b	4,95 a	3,68 a	8,63 b	5,27 b	5,58 a	42 a	22,61 a
Arbórea	10-20	4,85 a	1,32 a	1,80 a	0,62 a	6,10 a	3,15 a	9,25 a	8,38 a	6,37 a	34 a	26,63 a
Poaceae	10-20	5,18 a	1,00 a	1,75 a	0,32 b	4,20 a	2,75 a	6,96 a	3,45 b	4,50 b	39 a	18,00 a
	CV %	4,93	39,63	18,85	38,34	24,80	19,38	16,83	27,06	17,29		24,94

Média de 4 repetições. Valores seguidos de letras diferentes nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

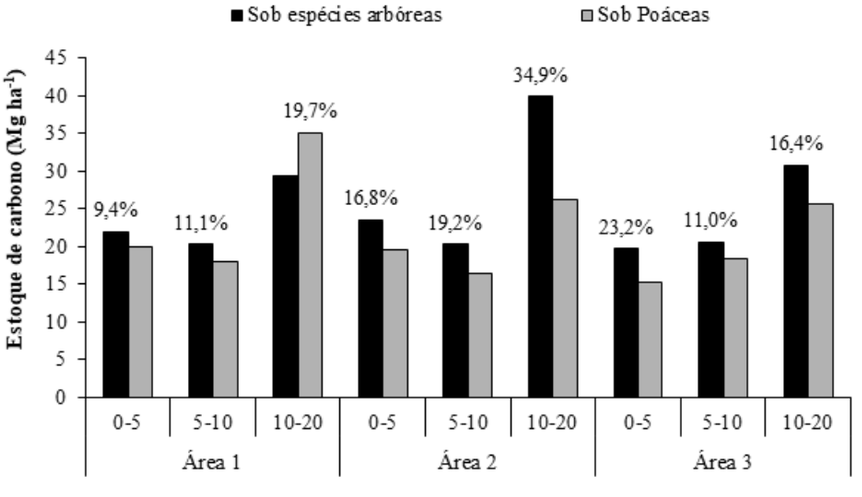
Tabela 27 - Atributos químicos de um Planossolo Háplico Distrófico típico sob influência de diferentes espécies arbóreas e espécies da família Poaceae – Área 3.

Espécie	Profundidade (cm)	pH H_2O	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Al^{3+}	H+Al	S	CTC	K^+	P	V	COT
			$cmol_c\ dm^{-3}$						$mg\ dm^{-3}$		%	$g\ kg^{-1}$
Arbórea	0-5	5,00 a	4,73 a	2,25 a	0,27 a	4,33 a	7,01 a	11,34 a	12,78 a	27,19 a	62 a	37,60 a
Poaceae	0-5	5,48 a	2,52 b	1,25 b	0,27 a	3,21 a	3,79 b	7,01 b	9,13 b	17,79 b	54 a	29,71 a
Arbórea	5-10	5,21 a	3,60 a	2,20 a	0,27 a	3,37 a	5,82 a	9,20 a	9,02 a	20,54 a	65 a	34,12 a
Poaceae	5-10	5,30 a	1,77 b	1,25 b	0,37 a	1,77 a	3,03 b	4,81 b	5,27 b	15,08 b	62 a	29,17 a
Arbórea	10-20	5,39 a	3,03 a	2,25 a	0,16 b	3,35 a	5,30 a	8,65 a	6,66 a	20,02 a	62 b	24,82 a
Poaceae	10-20	5,28 a	1,40 b	1,45 b	0,32 a	0,88 b	2,85 b	3,73 b	3,02 b	15,88 b	76 a	18,00 a
	CV %	9,27	24,59	24,01	30,70	39,45	19,43	23,38	22,97	14,29		24,35

Média de 4 repetições. Valores seguidos de letras diferentes nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Em relação aos teores de carbono orgânico total (COT) do solo não foram observadas diferenças entre as coberturas vegetais do solo, nas três áreas. Entretanto, em avaliação percentual (Figura 63), verificou-se que, nas três áreas houve incremento de carbono no solo sob a influência das espécies arbóreas em relação às espécies da família Poaceae, com exceção da camada de 10-20 cm de profundidade do ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico da área 1, ocupado por um conjunto de mangueiras.

Figura 63 - Estoque de carbono no solo e percentuais de diferenças entre o solo sob influência das espécies arbóreas e espécies da família Poaceae. Área 1: Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico; Área 2: Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico; Área 3: Planossolo Háplico Distrófico típico.



Os atributos físicos dos solos não diferiram em função das diferentes coberturas vegetais nas três áreas estudadas, com exceção do volume total de poros do solo (VTP) na camada de 10-20 cm de profundidade na área 3 (PLANOSSOLO HÁPLICO Distrófico típico), na qual a porosidade do solo sob influência das diferentes espécies arbóreas foi superior em comparação a área sob Poaceae (Tabela 28).

Tabela 28 - Atributos físicos de três solos sob a influência de espécies arbóreas e diferentes espécies da família Poaceae.

Espécie	Profundidade (cm)	Área 1			Área 2			Área 3	
		VTP %	D_s Mg m^{-3}	DMP cm	VTP %	D_s Mg m^{-3}	DMP cm	VTP %	D_s Mg m^{-3}
		g kg^{-1}							
Arbórea	0-5	48 a	1,13 a	4,71 a	40 a	1,31 a	4,25 a	57 a	1,05 a
Poaceae	0-5	43 a	1,24 a	4,06 a	44 a	1,25 a	4,60 a	57 a	1,02 a
Arbórea	5-10	34 a	1,41 a	4,56 a	32 a	1,53 a	4,35 a	49 a	1,21 a
Poaceae	5-10	34 a	1,45 a	4,06 a	35 a	1,45 a	4,44 a	50 a	1,26 a
Arbórea	10-20	32 a	1,48 a	4,56 a	34 a	1,50 a	3,60 a	49 a	1,24 a
Poaceae	10-20	32 a	1,51 a	4,20 a	30 a	1,46 a	3,75 a	42 b	1,43 a
	CV %	10,86	6,10	12,48	12,97	8,55	15,16	9,45	11,29

Média de 4 repetições. VTP = Volume total de poros do solo. Valores seguidos de letras diferentes nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Área 1: Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico; Área 2: Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico; Área 3: Planossolo Háplico Distrófico típico.

2.6.5 Discussão

A redução dos teores de argila na camada de 0-5 cm na presença de Poaceae, em relação às espécies arbóreas pode estar associada ao processo de migração das partículas mais finas das camadas superficiais e acúmulo em subsuperfície devido ao maior volume e maior renovação do sistema radicular das plantas da família Poaceae em relação às espécies arbóreas. Além disso, sob as espécies de Poaceae pode ainda haver a perda da argila por escoamento superficial, acarretando ao longo do tempo a perda relativa da argila nas camadas superficiais em relação às camadas em subsuperfície. Resultados similares aos observados neste estudo em relação à redução dos teores de argila na camada superficial são relatados por Barreto et al. (2006) avaliando as características químicas e físicas de um solo sob floresta, sistema agroflorestal e pastagem no sul da Bahia. Segundo os autores o processo de migração da argila ao longo do perfil do solo foi favorecido pelo abundante sistema radicular superficial da pastagem em relação às raízes das espécies arbóreas da mata Atlântica e de um sistema agroflorestal.

Em relação aos atributos químicos, de maneira geral as espécies arbóreas promoveram melhorias na fertilidade do solo, principalmente para os nutrientes Ca^{2+} e K^{+}, que apresentaram incrementos significativos nas três áreas de estudo. Estes resultados mostram a influência das espécies arbóreas na ciclagem de nutrientes, através da extração das camadas mais profundas do solo, acúmulo na biomassa e retorno às camadas superficiais, beneficiando espécies vegetais de raízes superficiais e a fauna do solo, principalmente para os microrganismos decompositores de matéria orgânica, que necessitam desses nutrientes para completarem seu ciclo de vida e promover sustentabilidade ao sistema solo-planta através da ciclagem bioquímica de nutrientes (ALTIERI, 2012). Segundo Switzer e Nelson (1972), o processo de ciclagem de nutrientes, nos ecossistemas florestais, pode ser caracterizado pelo ciclo geoquímico que se refere à troca de elementos minerais, entre os diversos ecossistemas; a ciclagem biogeoquímica que é aquela

que se estabelece nas relações solo-planta-atmosfera e a ciclagem bioquímica relacionado com as transferências internas dos elementos envolvendo o componente vegetal, sendo esta última a mais representativa no caso deste estudo.

Resultados similares aos observados neste estudo, em relação à ciclagem de nutrientes por espécies de raízes profundas são relatados por Valesco et al. (1999), comparando amostras de terra coletadas em áreas sob diferentes espécies arbóreas e sob Poaceae. Segundo Vital et al. (2004), o retorno da matéria orgânica e de nutrientes para o solo sob floresta ocorre através da produção e deposição da serapilheira, sendo esta considerada o meio mais importante de transferência de elementos essenciais do solo para a vegetação.

O aumento do teor de COT na camada de 0-5 cm no solo sob influência das mangueiras pode ser resultante do grande aporte de folhas e principalmente de frutos acumulados no solo, uma vez que estes frutos não são colhidos e desta forma são incorporados ao solo. Na avaliação percentual dos teores de COT as espécies arbóreas promoveram incrementos de COT em relação a Poaceae de 9,4% até 34,9%. O maior aporte de COT no solo sob as espécies arbóreas reforça a hipótese da ciclagem de nutrientes, do enriquecimento do solo e sua importância para a manutenção da sustentabilidade do sistema solo-planta. Além do aspecto de melhoria na qualidade química e proteção do solo contra processos de degradação, a vegetação arbórea torna-se um sumidouro de carbono atmosfera, com estoque em sua fitomassa e na matéria orgânica adicionada ao solo através da constante deposição da serapilheira e do sistema radicular.

Os resultados verificados neste estudo em relação aos atributos químicos do solo demonstram a importância da presença de espécies arbóreas em áreas em que predomina a ocupação com espécies que possuem sistema radicular superficial como em Poaceae, principalmente em parques, jardins e pastagens, nos quais em sua grande maioria não são realizadas adubações para reposição dos nutrientes, retirados através de cortes periódicos de gramados e o pastejo dos animais.

Em relação aos atributos físicos Ds, VTP e DMP dos agregados, a similaridade sob diferentes coberturas vegetais pode ser resultante das avaliações terem sido realizadas somente até a profundidade de 20 cm. A grande maioria das espécies vegetais apresenta o desenvolvimento da maior parte de seu sistema radicular nas camadas superficiais do solo, inclusive as espécies da família Poaceae, que apresentam sistema radicular fasciculado. Segundo Bertoni e Lombardi Neto (2012), depois das florestas nativas as espécies da família Poaceae são as que mais proporcionam adequadas condições físicas e de proteção contra a degradação do solo, quando manejadas de acordo com suas exigências nutricionais e edafoclimáticas, justificando assim os resultados deste estudo.

2.6.6 Conclusão

As espécies de Poaceae - Braquiárias (*Urochloa* sp.), Capim rabo-de-burro (*Andropogon bicornis* L.) e grama Batatais (*Paspalum notatum* Flugge) favorecem a perda da argila nas camadas superficiais do solo em relação às espécies arbóreas.

A presença de espécies arbóreas tanto na forma de pequenos fragmentos quanto indivíduos isolados inseridos em áreas onde predominam espécies da família Poaceae favorece a ciclagem de nutrientes.

Tanto as espécies arbóreas quanto as de Poaceae promovem o incremento de COT no solo, entretanto, as espécies arbóreas apresentam valores de incremento superiores aos verificados para as espécies da família Poaceae.

Na camada superficial do solo (0-20 cm) os atributos físicos não são alterados em função da presença de diferentes espécies vegetais.

2.7 DECOMPOSIÇÃO DE FOLHEDO DE ESPÉCIES ARBÓREAS DA MATA ATLÂNTICA PRESENTES NO JARDIM BOTÂNICO UFRRJ

Wilbert Valkinir Cabreira & Marcos Gervasio Pereira

2.7.1 Resumo

A taxa de decomposição varia conforme a qualidade do substrato e as folhas representam o maior constituinte da serapilheira, tornando-a de suma importância para ciclagem de nutrientes. Objetivou-se com este estudo avaliar a decomposição do folhedo de espécimes de *Paubrasilia echinata* (Lam.) Gagnon, H.C.Lima & G.P.Lewis (Pau-brasil), *Inga sessilis* (Vell) Mart (Ingá-ferradura), *Lecythis pisonis* Cambess (Sapucaia) e *Cupania oblongifolia* Mart (Camboatá) na área do Jardim Botânico da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Foi utilizada a técnica de *litter bags* para avaliação da decomposição. Para cada espécime arbórea utilizaram-se 18 *litter bags*, sendo retiradas três amostras por coleta que ocorreram quinzenalmente num período de 90 dias. Foram quantificados os teores de N, P, K do material e estimada a taxa de decomposição bem como seu tempo de meia-vida. A taxa de liberação média de nutrientes do folhedo dos espécimes apresentou o padrão K > P > N. Para todas os espécimes estudados a decomposição foi mais intensa no período inicial do estudo. O espécime de *I. sessilis* foi a que apresentou perda de massa menos significativa, proporcionando o maior tempo de meia-vida com aproximadamente 278 dias.

Palavras-chave: Camboatá. Ingá-ferradura. Pau-brasil. Sapucaia.

2.7.2 Introdução

Compreendendo a camada mais superficial do solo nos ambientes florestais, a serapilheira compõe-se geralmente de folhas, ramos, flores, frutos, sementes e outros detritos (COSTA et al., 2010). É considerada um indicador de recuperação de áreas degradadas, sendo adicionada via vegetação e posteriormente decomposta, suprindo o solo e as raízes com nutrientes e com matéria orgânica (MARTINS, 2009), além de reduzir a incidência da radiação solar direta sobre o solo, favorecendo a retenção de umidade (JARAMILLO-BOTERO et al., 2008).

As folhas da serapilheira são responsáveis pelo retorno da maior quantidade de nutrientes ao solo (CALDEIRA et al., 2007), podendo apresentar valores entre 50% e 74% em domínios de Mata Atlântica (VIDAL et al., 2007), o que demonstra a importância desse compartimento na devolução de nutrientes ao piso florestal. À medida que as folhas, galhos e raízes vão sendo incorporados à serapilheira e sofrem o processo de decomposição, ocorre liberação desses nutrientes ao solo e, consequentemente, disponibilização para a biota e as plantas, mantendo a fertilidade e produtividade dos ecossistemas (SCHEER, 2008; GODINHO et al., 2014).

Durante o processo de decomposição do material orgânico ocorre simultaneamente a fragmentação física e química do material e posterior solubilização dos nutrientes no solo, desempenhando um papel fundamental no estoque de carbono e na disponibilidade de nutrientes nos ecossistemas terrestres (ANAYA et al., 2012). No entanto, a qualidade química da serapilheira é variável, pois dependem da composição da comunidade vegetal, clima, solo, as características genéticas das plantas, idade e densidade de plantas (CORREIA; ANDRADE, 2008).

Para a avaliação da decomposição da serapilheira, alguns índices comumente têm sido utilizados, como o valor k que é a relação entre a quantidade de material que cai do dossel e a que está depositada sobre o solo, e avaliações diretas mediante medidas de perda de massa, através do uso de sacolas de decomposição *litter bags* (CORREIA; ANDRADE, 2008). A partir das medidas de massa remanescente, programas como o SIGMAPLOT pode prover, além da constante k, gráficos com curvas de decomposição da serapilheira no tempo (SCORIZA et al., 2012).

Diante do exposto, tem-se por hipóteses que a dinâmica de perda de massa do folhedo de espécies nativas possuem curva exponencial negativa, que as propriedades químicas e físicas do solo interferem na taxa de decomposição do folhedo e que as taxas de decomposição de espécies leguminosas possuem um padrão diferenciado se comparado com outras espécies.

Esta pesquisa teve como objetivo avaliar a dinâmica de decomposição do folhedo de espécimes de *Paubrasilia echinata* (Lam.) Gagnon, H.C.Lima & G.P.Lewis, *Inga sessilis* (Vell) Mart, *Lecythis pisonis* Cambess e *Cupania oblongifolia* Mart; espécies nativas da Mata Atlântica.

2.7.3 Material e métodos

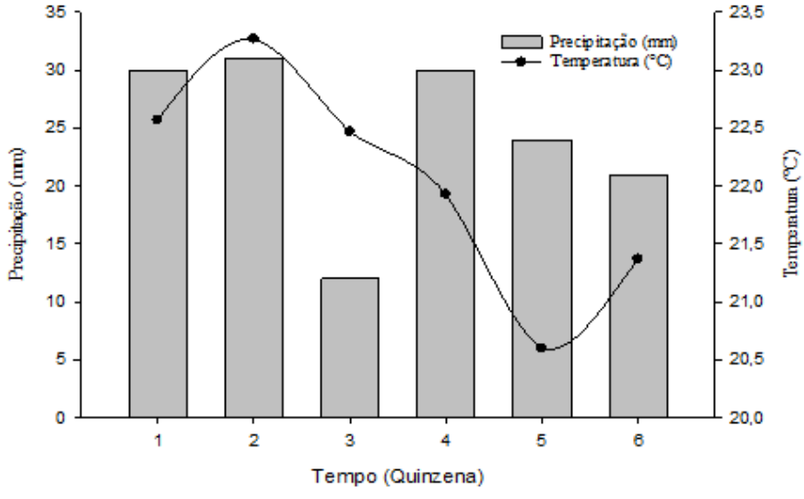
Foram selecionados quatro espécies arbóreas nativas do Brasil e presentes na coleção viva do Jardim Botânico da UFRRJ; sendo duas leguminosas - *Paubrasilia echinata* (Pau-brasil), e *Inga sessilis* (Ingá-ferradura); e duas não-leguminosas - *Lecythis pisonis* (Sapucaia) e *Cupania oblongifolia* (Camboatá) para a avaliação da dinâmica de decomposição de seus respectivos folhedos. A dimensão das folhas/folíolos, o porte diferenciado dessas espécies bem como a qualidade do material, foram os parâmetros utilizados para as escolhas das mesmas.

As folhas senescentes dos espécimes foram coletadas diretamente da copa para preservar suas características físicas. Em seguida, o material foi transferido para o Laboratório de

Indicadores Edafo-Ambiental (LIEA) e seco em estufa, à temperatura de 65ºC por 48 horas. Separou-se uma quantidade de 10 gramas para acondicionar em sacolas de polivinil (*litter bags*) com malha de quatro mm, dimensões de 25 x 25 cm e 1,5 cm de altura para permitir a entrada da mesofauna.

Para cada espécime arbórea utilizaram-se 18 *litter bags* que foram instalados debaixo de suas respectivas copas. Durante um período de 90 dias, entre 16 de maio de 2014 (instalação dos *litter bags*) e 14 de agosto de 2014, quinzenalmente, foram retirados três *litter bags* por espécime, perfazendo três repetições. Nesse tempo, foi registrada precipitação total de 148 mm e temperatura média de 22,03ºC (Figura 64).

Figura 64 - Dados climáticos (precipitação e temperatura média) referente ao município de Seropédica, Rio de Janeiro, no período de 16 de maio a 14 de agosto de 2014.



Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, endereço eletrônico www.inmet.gov.br.

Após coletados, os *litter bags* foram novamente secos em estufa (65°C por 48 horas). Logo depois, seu conteúdo foi examinado para retirada de partículas de terra, insetos, outros animais, fungos, entre outros. Após essa etapa, o material foi pesado, quantificando-se sua massa remanescente em balança analítica com precisão de 0,01 g.

O material dos *litter bags* foi triturado e posteriormente submetido à digestão sulfúrica, para a quantificação dos teores de N, P, K e confecção da curva de liberação de nutrientes. O procedimento para análise de N e P baseou-se no método recomendado por Tedesco et al. (1995), e os teores de K, pelo método da Embrapa (1997).

Foram coletadas amostras de terra na área de projeção da copa dos espécimes selecionadas na profundidade de 0-5 cm, com auxílio do trado de rosca para quantificar os teores de nutrientes do solo. Foram tomadas cinco amostras simples para formar uma amostra composta, num total de três amostras compostas por espécime. As amostras de terra foram secas ao ar, destorroadas, peneiradas em malha de 2 mm e analisadas para a determinação de granulometria, pH em água; os teores de fósforo (P) disponível por fotocolorimetria; o potássio (K^+) e sódio (Na^+) por fotometria de chama; cálcio (Ca^{+2}), magnésio (Mg^{+2}), alumínio trocável (Al^{+3}), acidez extraível (H+Al) e carbono orgânico (C.O) por titulação, segundo metodologia da Embrapa (1997). Os dados foram relacionados com a dinâmica de decomposição e liberação de nutrientes do folhedo dos diferentes espécimes.

A quantificação da taxa de decomposição foi obtida através de medidas de perda de massa, calculando-se a diferença entre as quantidades iniciais do material original contido nos *litter bags* (tempo zero = 10 g) e as que permaneceram no período de cada coleta.

De posse desses valores, foi estimada a constante de decomposição k (Equação 1), conforme Thomas e Asakawa (1993).

$$X_t = X_0 \times e^{-kt} \quad (1)$$

Em que, X_t = massa seca do material remanescente após t dias e X_0 = massa do material seco originalmente colocado nos sacos no tempo zero (t = 0).

O coeficiente deste modelo exponencial, bem como as curvas que caracterizam a perda de peso (decomposição) do material foliar, foram produzidos com o auxílio do programa SIGMAPLOT 12.0. Já o tempo de meia-vida ($t^{1/2}$) do material (Equação 2) foi estimado conforme Rezende et al. (1999).

$$t^{1/2} = ln(2) \div k \quad (2)$$

Em que, k é a constante de decomposição calculada pela equação 1.

2.7.4 Resultados

Foi observada uma redução mais significativa dos valores de massa nos primeiros 15 dias após a instalação do experimento para todos os espécimes (Figura 65), apresentando curvas do tipo exponencial negativa.

A espécime de Pau-brasil foi a que apresentou a maior perda de massa, nos primeiros 15 dias, uma média de 19,67% de sua massa foliar inicial. Para espécime de Ingá-ferradura, essa perda média foi de 9,2%, enquanto para Camboatá e Sapucaia foi quantificada uma perda média de massa de 11,37% e 14,23%, respectivamente. Ao final do experimento (90 dias), os espécimes apresentaram respectivamente as seguintes perdas de massa foliar: Pau-brasil com 30,82%, Sapucaia com 28,99%, Camboatá com 23,43% e Ingá-ferradura com 20,09% (Figura 65).

O material do Pau-brasil apresentou a maior constante de decomposição (k), seguido pelo da Sapucaia, Camboatá e Ingá (Tabela 29). Assim, o tempo necessário para decomposição de 50% da massa foliar (tempo de meia-vida) para os espécimes estudados foi de aproximadamente 169, 182, 234 e 278 dias para o Pau-brasil, Sapucaia, Camboatá e Ingá-ferradura, respectivamente.

Figura 65 - Massa remanescente do folhedo de Pau-brasil (*Paubrasilia echinata*), Ingá-ferradura (*Inga sessilis*), Sapucaia (*Lecytis pisonis*) e Camboatá (*Cupania oblongifolia*) ao longo do tempo.

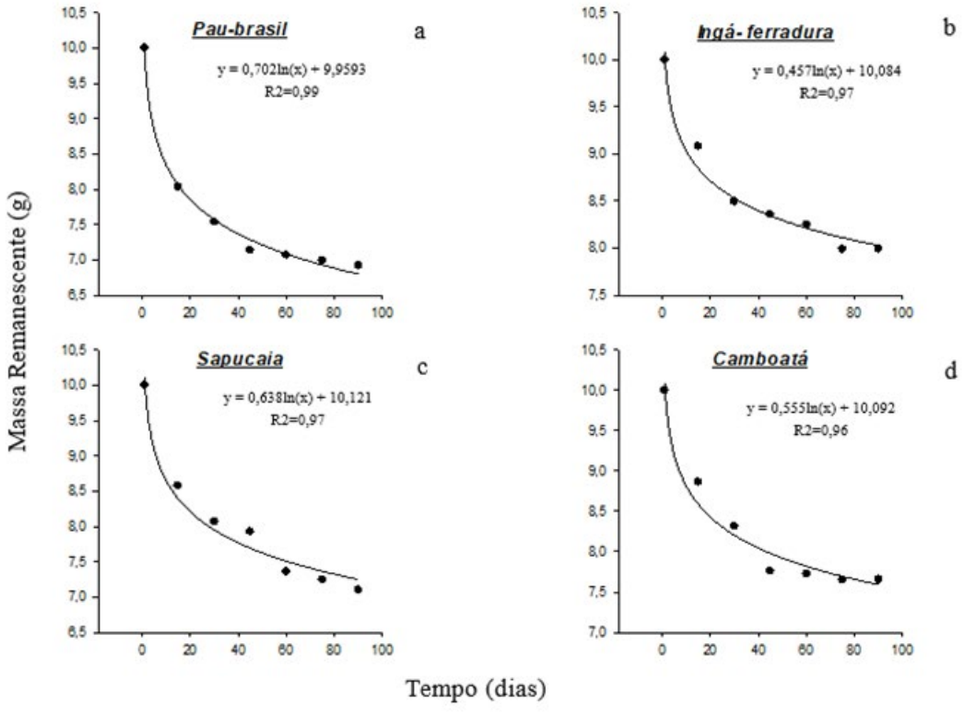


Tabela 29 - Valores da constante de decomposição (k) e do tempo de meia-vida ($t^{1/2}$) do folhedo de Pau-brasil (*Paubrasilia echinata*), Ingá-ferradura (*Inga sessilis*), Sapucaia (*Lecytis pisonis*) e Camboatá (*Cupania oblongifolia*).

Espécies	k(g g^{-1}dia)	$t^{1/2}$(dias)
Pau-brasil	0,004093	169,3309
Ingá	0,002492	278,1365
Sapucaia	0,003804	182,2141
Camboatá	0,002966	233,7331

Observando o padrão de liberação de nutrientes (Figura 66), verificou-se que os espécimes de Pau-brasil e Ingá-ferradura foram as que apresentaram maiores quantidades de N e consequentemente, maior liberação de N ao solo. Sendo observados valores de aproximadamente 35% a mais que os espécimes não-leguminosas. O fósforo foi o nutriente que apresentou as mais baixas concentrações (Figura 66). O mesmo ocorreu com o potássio. No entanto, verificou-se uma alta liberação de K (Tabela 30). Desse modo, conforme a Tabela 30, a taxa de liberação dos nutrientes do folhedo apresentou o seguinte padrão K > P > N.

Analisando os espécimes, nota-se da mesma forma que o folhedo de Pau-brasil apresentou a maior liberação de massa (Figura 65), o mesmo apresentou maior liberação de nutrientes (Tabela 30).

Figura 66 - Teores de fósforo, nitrogênio e potássio do folhedo de Pau-brasil (*Paubrasilia echinata*), Ingá-ferradura (*Inga sessilis*), Sapucaia (*Lecytis pisonis*) e Camboatá (*Cupania oblongifolia*) ao longo do tempo.

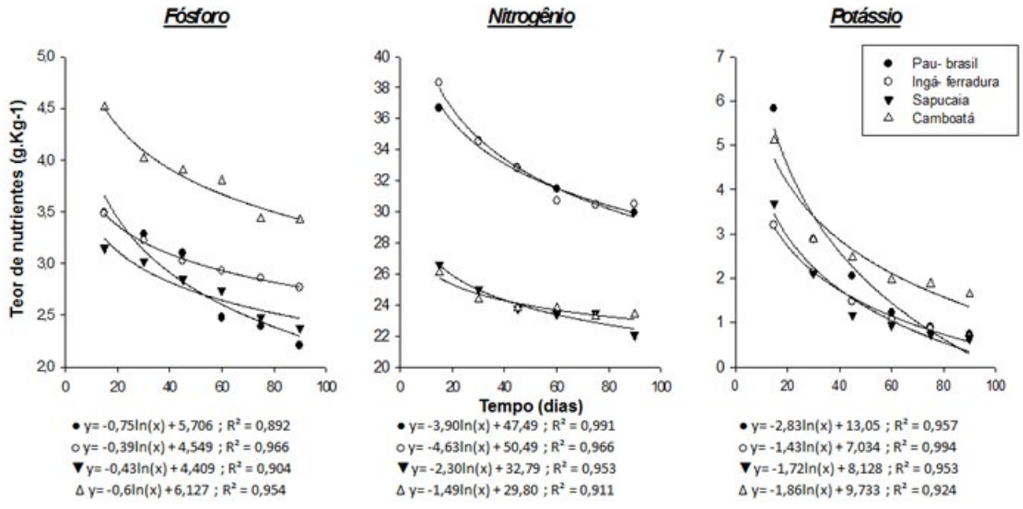

Fósforo
Nitrogênio
Potássio
Teor de nutrientes (g.Kg-1)
Tempo (dias)
Pau- brasil
Ingá- ferradura
Sapucaia
Camboatá
● y= -0,75ln(x) + 5,706 ; R² = 0,892
○ y= -0,39ln(x) + 4,549 ; R² = 0,966
▼y= -0,43ln(x) + 4,409 ; R² = 0,904
Δ y= -0,6ln(x) + 6,127 ; R² = 0,954
● y= -3,90ln(x) + 47,49 ; R² = 0,991
○ y= -4,63ln(x) + 50,49 ; R² = 0,966
▼y= -2,30ln(x) + 32,79 ; R² = 0,953
Δ y= -1,49ln(x) + 29,80 ; R² = 0,911
● y= -2,83ln(x) + 13,05 ; R² = 0,957
○ y= -1,43ln(x) + 7,034 ; R² = 0,994
▼y= -1,72ln(x) + 8,128 ; R² = 0,953
Δ y= -1,86ln(x) + 9,733 ; R² = 0,924

Tabela 30 - Percentagem da liberação de nutrientes do folhedo de Pau-brasil (*Paubrasilia echinata*), Ingá-ferradura (*Inga sessilis*), Sapucaia (*Lecytis pisonis*) e Camboatá (*Cupania oblongifolia*).

	Perda total (%)			
	N	**P**	**K**	**Soma**
Pau-brasil	18,42	36,58	87,42	142,42
Ingá-ferradura	20,41	20,21	79,27	119,89
Sapucaia	17,05	24,56	82,29	123,90
Camboatá	10,35	24,15	67,93	102,43
Média	16,56	26,38	79,23	-

Os resultados da fertilidade do solo das áreas de estudo são apresentados na Tabela 31. Verificou-se em todas as áreas que os valores de pH variaram entre 5,00 e 5,20, levando aos baixos valores de Al^{+3} quantificados. Os menores valores de Ca^{+2}, Mg^{+2}, K^{+} e C.O nas amostragens de 0-5 cm foram verificados nas áreas de Pau-brasil. No entanto, esta área foi a que apresentou os maiores teores de P.

Tabela 31 - Caracterização da fertilidade e textura do solo nas áreas de copa de Pau-brasil (*Paubrasilia echinata*), Ingá-ferradura (*Inga Sessilis*), Sapucaia (*Lecytis Pisonis*) e Camboatá (*Cupania oblongifolia*) na profundidade de 0-5 cm

Espécies (Profundidade 0-5 cm)	**pH**	**Ca^{+2}**	**Mg^{+2}**	**Al^{+3}**	**Na^{+}**	**H+Al**	**K^{+}**	**P**	**C.O**	**Areia**	**Silte**	**Argila**
		----------**$cmol_c\ kg^{-1}$**----------					**mg kg^{-1}**		**g kg^{-1}**			
Pau-brasil	5,00	0,87	0,43	0,43	0,05	4,07	62	9,50	14,53	843,0	73,0	84,0
Ingá	5,19	3,33	1,13	0,00	0,08	6,88	86	2,04	30,74	609,0	176,0	215,0
Camboatá	5,05	3,57	0,67	0,00	0,03	7,37	94	0,99	31,70	678,0	147,7	174,7
Sapucaia	5,20	3,10	0,63	0,00	0,11	6,55	86	1,99	30,30	533,0	247,4	219,6

2.7.5 Discussão

A redução acentuada da massa do material presente nos *litter bags* nos períodos iniciais pode ser justificada pela rápida lixiviação dos compostos presentes no folhedo, bem como pela utilização do mesmo pela microbiota. Em estudo realizado por Oliveira et al. (2013) foi verificada redução mais significativa nos períodos iniciais até sua estabilização. Segundo Freire et al. (2010) compostos orgânicos menos recalcitrantes são rapidamente mineralizados, o que justificaria os resultados encontrados neste estudo.

Espécies com menor tamanho das folhas e consequente maior superfície específica, podem apresentar elevadas taxas de decomposição visto que a ação dos organismos decompositores é facilitada (NETO et al., 2013). Tal afirmação pode justificar os resultados deste estudo visto que as folhas do Pau-brasil são recompostas possuindo folíolos reduzidos. Ao longo do período de estudo, observou-se à redução média de perda de massa foliar durante os períodos de coleta, até ocorrer a estabilização da mesma (Figura 65).

Holanda et al. (2015) afirmam que existe uma série de fatores abióticos que influenciam no processo de decomposição do material foliar, e esses fatores ocorrem de forma subjetiva. Assim, o processo de decomposição não é influenciado apenas pela qualidade do substrato, mas também pela qualidade do ambiente. Contudo, Paula et al. (2009), sugerem ainda que a curva do tipo exponencial para a decomposição, pode ser uma estratégia, adotada por essas espécies para maximizar o aproveitamento na absorção dos nutrientes e diminuir a perda dos mesmos por lixiviação.

Avaliando a decomposição de filódios da leguminosa *Acacia mangium*, Balieiro et al. (2003) estimaram um tempo de meia-vida ($t^{1/2}$) de 421 dias. Esses autores afirmam que a precipitação pluviométrica e a temperatura são as variáveis que mais se correlacionam com a velocidade de decomposição do material. No entanto, Berg (2000) salienta que o clima controla o processo de decomposição em escala regional, enquanto a composição química domina o processo em escala local. Essas informações são relevantes para o estabelecimento de programas de recuperação de áreas degradadas.

Neste aspecto, os espécimes que apresentam maior velocidade de decomposição (maiores constantes de decomposição k) e menores tempo de meia-vida, como o Pau-brasil, podem ser mais interessantes, visto que a devolução de nutrientes ao piso florestal ocorrerá de maneira mais acelerada. Por outro lado, Oliveira et al. (1998) afirmam que espécies da família das leguminosas são recomendadas para a recuperação de áreas degradadas por serem potencialmente capazes de se associar a bactérias que seria incorporado ao solo com aporte de matéria orgânica. Assim, o Ingá-ferradura, espécie leguminosa que apresentou alto acúmulo de matéria orgânica no solo (Tabela 31) e rápida liberação de N para o solo (Figura 66) também pode ser recomendada para a recuperação de áreas degradadas, apesar do fato de que a taxa de decomposição do material foliar desta espécie, foi a menor, entre as espécies estudadas.

A baixa quantidade de P encontrado no folhedo dos espécimes pode ter ocorrido por esse ser um elemento altamente móvel na planta, sendo assim translocado dos tecidos mais velhos para os tecidos mais jovens. Já a baixa quantidade de K pode ser atribuída ao fato desse elemento não estar associado a nenhum componente estrutural dos tecidos vegetais e encontrar-se na forma iônica (TORRES; PEREIRA, 2008). Esse resultado difere dos encontrados por Mariano et al. (2007) e Giongo et al. (2011) que encontraram respectivamente o padrão P > K > N e K > N > P.

Os menores valores de Ca^{2+} Mg^{2+} e K^{+} podem ser explicados pela textura franco arenosa do solo que favorece o processo de lixiviação desses nutrientes. Através da análise da Tabela 30, é possível verificar que o espécime de Pau-brasil foi a que apresentou a maior taxa de liberação

de K. Padrão similar foi observado para o P, porém esse é um elemento de mais difícil lixiviação o que resulta em valores mais elevados desse nutriente nessa área. Em função das perdas de Ca^{+2}, Mg^{+2} e K^{+}, decorrentes do processo de lixiviação, ocorre o aumento nos valores de Al^{+3}. Quantos aos valores de H+Al, esses se correlacionaram com os valores de carbono orgânico do solo. Quanto maior os valores de carbono, maiores são os valores da acidez potencial (H+Al). Verifica-se que as menores constantes de decomposição foram observadas no folhedo de Ingá-ferradura e Camboatá, indicando maiores teores de matéria orgânica nas áreas, contribuindo para o aumento de acidez potencial (H +Al). O solo sob o Pau-brasil apresentou a menor quantidade de carbono orgânico (Tabela 31), possivelmente pelo seu folhedo possuir maior constante de decomposição (Tabela 29) e da textura arenosa. Os reduzidos teores de Ca^{2+}, Mg^{2+} e K^{+} no solo sob o Pau-brasil podem estar associados à maior lixiviação em função da textura arenosa.

2.7.6 Conclusão

A decomposição é mais intensa nos períodos iniciais para todos os espécimes, apresentando curvas exponenciais negativas. Entre as espécies avaliadas o Pau-brasil (*Paubrasilia echinata*) é a mais eficiente no processo de ciclagem de nutrientes devido a decomposição mais acelerada. Por outro lado, os demais espécimes incorporam maiores quantidades de carbono e nutrientes no solo em função da decomposição mais lenta.

CAPÍTULO 3. INTERAÇÕES ECOAMBIENTAIS

3.1 A RELAÇÃO PLANTA-INSETO: "ASTRAPEIA" E SEUS POLINIZADORES NO JARDIM BOTÂNICO DA UFRRJ

Rejane Gomes-Pimentel & Gabrielle Carvalho Rangel

3.1.1 Resumo

As interações entre duas espécies de "astrapeia" (*Dombeya*) com visitantes florais foram registradas no Jardim Botânico da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). *Dombeya wallichii* (astrapeia rosa) e *D. natalensis* (astrapeia branca) têm flores hermafroditas, de cor rosa e branca, respectivamente, o odor é agradável e semelhante ao mel, disponibilizam néctar como recurso floral e apresentam mecanismos que favorecem a polinização cruzada, tais como separação espacial (hercogamia) e temporal (dicogamia protândrica). A floração ocorre nos meses de junho a agosto, sendo uma fonte preciosa dos recursos néctar e pólen no período seco. A frutificação ocorre nos meses de agosto e setembro, sendo possível observar a presença de plântulas próximas à planta-mãe. As flores têm antese diurna e assincrônica, com abertura floral ao longo de todo o dia. Muitas espécies de insetos ocorrentes no Jardim Botânico visitam as flores das "astrapeias" tais como: abelhas, borboletas, besouros, percevejos e moscas.

Palavras-chave: Astrapeia. *Dombeya.* Polinização.

3.1.2 Introdução

A família Malvaceae apresenta cerca de 250 gêneros e 4200 espécies, com hábito arbóreo, arbustivo e lianas (SOUZA; LORENZI, 2005). No Brasil, a família é representada por 72 gêneros e 781 espécies (FLORA DO BRASIL, 2020). As folhas são simples ou compostas, com estípulas, margem inteira ou serreada e filotaxia alterna (BARROSO et al., 2002; JUDD et al., 2009). Suas flores são morfologicamente diversas e atraem visitantes florais como vespas, formigas, coleópteros, sendo seus polinizadores as abelhas, beija-flores, morcegos e dípteros (SILVA; MARTINS, 2003; PLEASANTS; WENDEL, 2010). O recurso floral é o néctar sendo secretado na superfície interna das sépalas. Apresenta uma considerável importância econômica, sendo utilizada na alimentação: *Theobroma cacao* L. (cacau), *Abelmos esculentus* (L.) Moench (quiabo), *Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) Schum. (cupuaçu); no vestuário: *Gossypium* sp. (algodão) e no paisagismo: *Malvaviscus* sp. (algodão da praia), *Hibiscus* sp. (brinco de princesa) e *Dombeya* sp. (astrapeia) (JUDD et al. 2009, BOVINI et al., 2001).

Dombeya wallichii (Lindl.) K. Schum (astrapeia rosa) e *Dombeya natalensis* Sond. (astrapeia branca) são espécies introduzidas, oriundas de Madagascar – África (SODERHOLM, 1967; HUMEAU et al., 1999, 2000; PLEASANTS; WENDEL, 2010), que estão bem distribuídas pelo território brasileiro com grande importância no paisagismo e nos apiários, sendo também utilizada em projetos de urbanização (LORENZI, 2002). As espécies apresentam hábito arbustivo e floração abundante (PIRANI; CORTOPASSI-LAURINO, 1994; LORENZI et al., 2003), sendo fonte de recurso para muitos animais.

As interações planta-polinizador podem ser consideradas as mais importantes do ponto de vista econômico entre todas as interações planta-animal, já que promovem a diversidade genética vegetal (KEARNS et al.,1998). Neste trabalho objetivou-se conhecer a biologia da polinização de duas espécies de *Dombeya*, registrando as interações planta-inseto ocorrentes no Jardim Botânico da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) e responder às seguintes questões: a) O período fenológico (floração e frutificação) é anual e superposto para as espécies? b) As espécies compartilham morfologia e visitante floral? Quais são os polinizadores efetivos das espécies?

3.1.3 Material e métodos

O estudo foi desenvolvido no período de maio de 2010 a outubro de 2012, no Jardim Botânico da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (JB/UFRRJ) e nas proximidades do mesmo, no município de Seropédica-RJ, situado entre os paralelos 22°49'S e 22°45'S e 43°38'W e 43°42'W (FIGUEIREDO, 2007).

A análise morfológica das flores foi realizada registrando-se as atividades referentes aos períodos de pré-antese, antese e pós-antese (GOMES et al., 2010).

As observações morfológicas referentes ao crescimento, tamanho e coloração dos frutos e sementes oriundas de polinização natural, foram realizadas no campo e no laboratório com o auxílio do microscópio estereoscópico e de um paquímetro (Vernier Caliper 005x150mm). Os frutos foram acompanhados desde o início do desenvolvimento até a maturação, sendo coletados quinzenalmente 10 frutos de cada espécie para medições (GOMES et al., 2008).

Os visitantes florais foram observados entre 8:00 às 17:00 horas, durante os episódios de floração, registrando-se o horário das visitas, o comportamento e a área de contato com as estruturas reprodutivas. Os visitantes foram classificados em polinizadores efetivos, ocasionais e pilhadores de pólen e ou néctar. Os polinizadores efetivos são os visitantes que em todas as visitas tocam no androceu ou no gineceu, quando coletam néctar ou grãos de pólen. Os polinizadores

ocasionais são aqueles que somente em algumas visitadas tocam no androceu e/ ou gineceu. Os pilhadores de néctar e /ou pólen são aqueles nos quais em todas as visitas não tocavam no androceu ou no gineceu. (VILHENA; AUGUSTO, 2007).

As observações das fenofases de floração e frutificação foram realizadas quinzenalmente ao longo de todo o período de estudos em dois indivíduos de cada espécie (NEWSTRON et al., 1994).

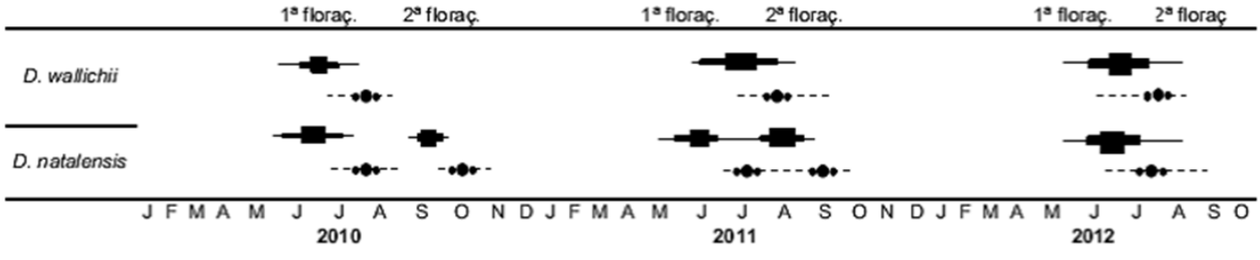
As plântulas foram obtidas através de testes de germinação em laboratório para realizar a classificação do tipo de germinação e encontradas embaixo da planta mãe.

3.1.4 Resultados

a) *Fenologia e biologia floral*

As espécies de "astrapeia" aqui estudadas produzem muitas flores, atraindo uma grande quantidade de visitantes florais. Na "astrapeia rosa" (*D. wallichii*) a floração é anual, ocorrendo nos meses de junho a agosto, enquanto na "astrapeia branca" (*D. natalensis*), a floração é bianual, nos meses de junho a julho, com o segundo episódio de floração no mês de agosto. Os períodos de frutificação ocorrem nos meses de julho a outubro, com liberação das sementes de agosto a outubro (Figura 1).

Figura 67 - Período de floração e frutificação durante 30 meses de observação (Maio/2010 a Outubro/2012) de "astrapeia" no Jardim Botânico da UFRRJ, Seropédica-RJ. Os símbolos indicam floração na primeira linha e frutificação na segunda linha para D. wallichii e D. natalensis sequencialmente.


1ª floraç.
2ª floraç.
1ª floraç.
2ª floraç.
1ª floraç.
2ª floraç
D. wallichii
D. natalensis
J F M A M J J A S O N D J F M A M J J A S O N D J F M A M J J A S O
2010
2011
2012

As espécies apresentam flores perfeitas (hermafroditas), reunidas em inflorescências pendentes do tipo umbela (Figuras 2-3). A corola de ambas as espécies é actinomorfa, pentâmera e dialipétala. Nas pétalas, podemos observar guias de néctar. O androceu é polistêmone, gamostêmone, com cinco estaminódios petalóides, dispostos alternadamente com os estames, sendo possível observar a presença de grãos de pólen nos estaminódios e nas pétalas (exposição secundária dos grãos de pólen). As espécies estudadas apresentam ovário súpero, pentacarpelar, gamocarpelar, pentalocular e pluriovular (Tabela 1). Os estigmas são lobulados e papilosos. O ovário é recoberto por tricomas brancos, com óvulos de coloração vinácea. As flores são hercogâmicas, com o estigma localizado acima dos estames.

Figura 68 - A. Inflorescência, flor e detalhe das flores de “astrapeia” no Jardim Botânico da UFRRJ, Seropédica-RJ.

Figura 69 - Ramo, mostrando a inflorescência de “astrapeia”.

A antese das flores de “astrapeia” é diurna e assincrônica, com anteras deiscentes no interior do botão (protandria), no entanto, os lóbulos do estigma encontram-se unidos e os estaminódios envolvem todo o estilete e estigma, dificultando o contato dos grãos de pólen com a superfície estigmática. Em uma fase posterior, ocorre à exteriorização do estigma, com os lóbulos unidos (não receptivo), ocorre também à emissão de odor forte, doce e agradável, semelhante ao mel das abelhas.

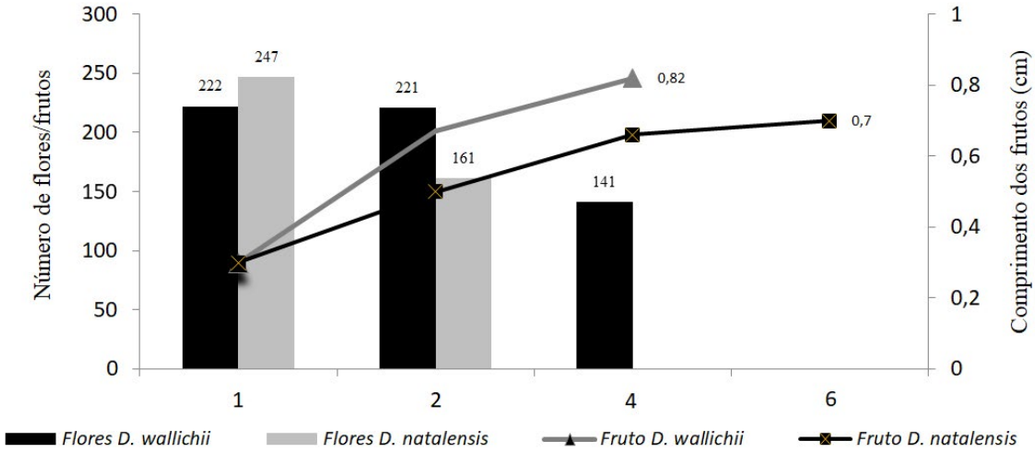
Tabela 32 - Dados comparativos (média) sobre o número de flores por inflorescência (n=20), tamanho das flores e de estruturas florais (mm) de *D. wallichii* e *D. natalensis* no Jardim Botânico da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil (n = 30).

Dados comparados (mm)	***Dombeya wallichii* Média** (mín-máx)	***Dombeya natalensis* Média** (mín.-máx.)
Flores/inflorescência	19,7 (7-38)	23 (11-34)
Flor (comprimento x largura)	40x32	29x13
Pedicelo	20 (15-26)	20 (14-25)
Anteras	3 (2-4)	2 (2-3)
Tubo estaminal	10 (8-10)	3 (2-4)
Estaminódios	8,5 (7-9)	5 (5)
Estilete	13 (9-15)	6 (4-9)
Ovário	3x3 (3-4)	2 (2-5)

Os frutos das espécies são do tipo cápsula, recobertos por muitos tricomas, com cerca de sete sementes. As pétalas, sépalas, tubo estaminal, estilete e brácteas são persistentes até a deiscência dos frutos (Figura 4). O período de desenvolvimento é de cerca de 30-40 dias (4-6 semanas, Figura 5). Apresentam germinação do tipo faneroepígea com cotilédones membranáceos e lobulados. Após a emissão dos cotilédones, as plântulas das espécies são idênticas, no entanto, *D. wallichii* apresenta nos cotilédones uma nervura principal esbranquiçada.

Figura 70 - Fruto: a. *Dombeya wallichii*; b. *Dombeya natalensis*.

Figura 71 - Curva de crescimento dos frutos das espécies estudadas, resultantes de polinização natural no Jardim Botânico da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil.



b) *Visitantes florais*

No Jardim Botânico da UFRRJ as duas espécies de "astrapeia" foram visitadas pelas ordens: Hymenoptera, Lepidoptera, Coleoptera, Diptera e Hemiptera (Tabela 33, Figuras 6-7). O início das visitas florais coincidiu com o momento no qual os botões florais apresentavam uma pequena abertura (fase de botão). As abelhas e as vespas visitam as flores em diferentes fases florais ao longo do dia. Como a antese é diurna e assincrônica há disponibilidade do recurso (néctar e grãos de pólen) por todo o dia, sendo possível observar um grande número de indivíduos das espécies observadas.

Foi identificado um total de 28 espécies de insetos visitantes, entre eles 21% foram considerados polinizadores efetivos, 71% de polinizadores ocasionais, 3,5% de pilhadores de néctar ou pólen e 3,5% predador (Tabela 33). Em uma mesma inflorescência é possível observar vários visitantes realizando longas visitas em uma mesma planta (Tabela 33, Figuras 6-7).

A abelha *Apis mellifera* foi considerada como polinizador efetivo e visitou muitas flores em uma mesma planta, percorrendo toda a flor (Figura 6a-b). Em todas as visitas realizadas sempre há contato do corpo com o estigma, anteras e estaminódios, apoiando suas pernas no tubo estaminal para a coleta de néctar, sendo possível observar a presença de grãos de pólen em todo o seu corpo da abelha. As visitas ocorrem em diferentes horários do dia, utilizando como recurso o néctar. *A. mellifera* também visitou as flores semiabertas, com formato tubular, encostando o dorso e/ou o ventre nas anteras e estaminódios.

Além das visitas intraflorais pode ser observado outro comportamento para *Apis mellifera*, caminhando sobre o limbo foliar coletando grãos de pólen das folhas. Esse pode ser mais um caso de exposição secundária de grãos de pólen nessas espécies.

As abelhas *Xylocopa* sp. e *Trigona spinipes* (Figura 6e-f) foram observadas em ambas as espécies na parte da manhã e da tarde. Em suas visitas há contato do corpo do inseto com estigma, anteras e estaminódios, sendo considerados polinizadores efetivos. Durante as visitas se apoiavam no tubo estaminal para coletar néctar e encostavam seu corpo nas anteras. *Trigona spinipes*, em algumas visitas atuava como pilhador de grãos de pólen e néctar, perfurando os botões florais semiabertos.

As vespas apresentam comportamento semelhante ao da abelha *Apis mellifera*, podendo

visitar os botões semi-abertos, quando a flor ainda não está totalmente aberta, apresentando apenas um pequeno afastamento no ápice das pétalas. Assim, esses polinizadores inserem quase todo seu corpo na flor, entrando em contato com os verticilos reprodutores.

Algumas espécies de formigas foram observadas coletando néctar na base da corola das flores de "astrapeia" durante os períodos da manhã e à tarde. Essas espécies não foram observadas entrando em contato com partes reprodutivas, sendo consideradas pilhadoras de néctar.

As borboletas e mariposas pousam nas flores e coletam néctar com seu aparelho bucal. Em algumas visitas, o abdômen e as asas dos lepidópteros encostavam-se à parte interna da flor, contatando o estigma e as anteras, sendo utilizado o tubo estaminal e as pétalas como plataforma de pouso (Figura 7). Porém, em outras visitas, seu corpo é apoiado na parte externa da flor para coletar néctar por entre as sépalas, não se encostando aos órgãos reprodutores, sendo considerado um polinizador ocasional.

Os besouros foram considerados pilhadores de néctar e pólen por apresentarem comportamento de coletar néctar ou pólen sempre na base da corola em quase todas as visitas realizadas (Figura 6c-d, g-h). Foi encontrado um besouro que predava os verticilos florais, se alimentando das pétalas e do tubo estaminal da "astrapeia branca" (Figura 6d).

As moscas e mosquitos foram consideradas polinizadores ocasionais, pois somente em algumas visitas contatavam os órgãos reprodutores para coletar néctar. Em algumas visitas, as moscas pairavam no ar, com suas asas abertas ou pousavam nas folhas, nas pétalas, no tubo estaminal e nas anteras.

Algumas espécies de percevejos foram observadas nas folhas e flores de "astrapeia". Foram considerados polinizadores ocasionais por alternarem as visitas legítimas nas quais se encostam aos órgãos florais com visitas ilegítimas nas quais coletavam o néctar sem contatar os estames e o estigma.

Tabela 33 -Visitantes florais de "astrapeia" no Jardim Botânico da UFRRJ, Seropédica-RJ.

	D. wallichii	***D. natalensis***	**Comportamento**	**Horário**
Hymenoptera				
Apis mellifera	X	X	Pe	M/T
Trigona spinipes	X	X	Pe	M/T
Xylocopa sp.	X	X	Pe	M/T
Abelha sp.1 Apidae	X	X	Pe	M/T
Abelha sp. 2 Apidae	X	X	Pe	M/T
Vespa sp. 1	X	X	Pe	M/T
Vespa sp. 2	X	X	Po	M/T
Formiga	X	X	Pi	M/T
Lepidoptera				
Hylephila sp.	X	X	Po	M/T
Calycopsis lerbela	X	X	Po	M/T
Siproeta stelenes meridionalis	X	X	Po	M/T
Plebeus sp.	X	X	Po	M/T
Nessaea obrinus	X	X	Po	M/T
Urbanus sp. Hesperidae	X	X	Po	M/T
Hesperidae	X	X	Po	M/T
Eueides isabella dianasa	X	X	Po	M/T
Borboleta Ctenuchidae	X	X	Po	M/T
Borboleta Ctenuchidae	X	X	Po	M/T
Isanthrene sp.	X	X	Po	M/T
Isanthrene incendiaria	X	X	Po	M/T
Coleoptera				

Macrapis sp. Rutelinae		X	Pr	M/T
Curculionidae	X	X	Po	M/T
Coleóptero sp.1	X	X	Po	M/T
Coleóptero sp.2	X	X	Po	M/T
Diptera				
Drosophila sp.	X	X	Po	M/T
Dermatobia hominis	X	X	Po	M/T
Mosca sp. 1 Syrphidae	X	X	Po	M/T
Hemiptera				
Percevejo	X	X	Po	M/T
Pe = polinizador efetivo; Po = polinizador ocasional; Pi = pilhador de néctar ou grãos de pólen; Pr = predador.				

Figura 72 - "Astrapeia" no Jardim Botânico da UFRRJ, Seropédica-RJ: A e B - Apis mellifera, C - Trigona spinipes; D - abelha sp. 1; E e H - besouros.

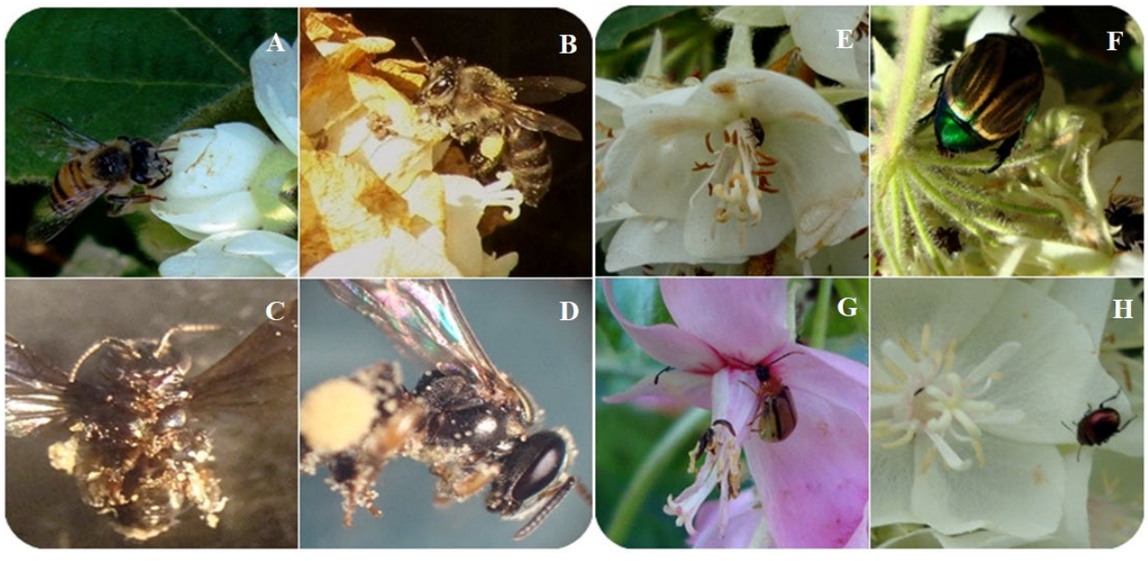


Figura 73 - Borboletas visitantes florais de “Astrapeia” no Jardim Botânico da UFRRJ, Seropédica-RJ. A. Siproeta stelenes meridionalis; B. Calycopsis lerbela; C. Eueides isabella dianasa; D. Isanthrene sp.; E. Hylephila sp.; F. Nessaea obrinus ; G. Urbanus dorantes; H. Plebeus sp.

3.1.5 Discussão

a) *Fenologia e biologia floral*

As espécies de "astrapeia" aqui estudadas apresentam período de floração superposto e floração massiva, produzindo muitas flores, nos meses de junho a agosto disponibilizando uma grande quantidade de recurso floral (néctar e pólen) para a fauna antófila do Jardim Botânico durante o período seco (junho a agosto), período no qual a maioria das espécies ali encontradas não produzem flores (FIGUEIREDO, 2007). Cabe destacar que as espécies de *Dombeya* têm sido utilizadas como fonte de tais recursos em muitos apiários do Brasil para a produção do mel. Segundo Augspurger (1979) as espécies que apresentam floração massiva produzem muitas flores em um intervalo curto de tempo, atraindo uma grande quantidade de visitantes e polinizadores.

A floração é anual para *D. wallichii*, com produção de flores uma vez ao ano e para *D. natalensis* a floração é bianual, com produção em dois períodos (NEWSTRON et al., 1994). O período de frutificação ocorre em setembro, sendo registrada a presença de frutos maduros, deiscentes, liberando suas sementes, oriundos da polinização natural em ambas às espécies; bem como a presença de plântulas, confirmando a importância dos visitantes para a reprodução das espécies. De acordo com Pivetta e Silveira-Filho (2002) há uma grande necessidade de estudos sobre a biologia reprodutiva de *Dombeya* devido à grande dificuldade de encontrar frutos e sementes.

De um modo geral as espécies da família Malvaceae são perfeitas (bissexuais) ou unissexuais (JUDD et al., 2009; SOUZA; LORENZI, 2005). Estudos realizados em *D. wallichii* e *D. natalensis* indicam que o nectário se localiza na face adaxial da base de cada sépala (JUDD, 2009; ROCHA et al., 2010). Nas espécies aqui estudadas é possível observar a presença de grãos de pólen depositados nos estaminódios, fato observado em espécies de Malvaceae polinizadas por besouros, o que pode ser caracterizado como uma exposição secundária de grãos de pólen (WALKER-LARSEN; HARDER, 2000). As flores são hercogâmicas, com o estigma localizado acima dos estames, o que pode reduzir a frequência da autopolinização (WEBB; LLOYD, 1986; LLOYD; SCHOEN,1992).

Suas flores são diurnas, assincrônicas e dicogâmicas protândricas. A dicogamia consiste na separação temporal da expressão sexual das flores, caracterizando-se pela receptividade estigmática e a liberação dos grãos de pólen em diferentes momentos (WEBB; LLOYD, 1986). Segundo Endress (1994), a presença de anteras deiscentes nos botões indica dicogamia protândrica para as espécies aqui estudadas, podendo ser observada em outras espécies da família Malvaceae, tais como: *Abutilon indicum* (RUBINA ABID et al., 2010), *Tilia americana* (SARGENT; OTTO, 2004) e *Althaea rosea* (RUAN et al., 2010).

b) *Visitantes florais*

No Jardim Botânico da UFRRJ as duas espécies de "astrapeia" foram visitadas pelas ordens: Hymenoptera, Lepidoptera, Coleoptera,Diptera e Hemiptera o que está de acordo com Judd et al. (2009) que caracteriza as flores da família Malvaceae sendo visitadas por abelhas, vespas, formigas, moscas, mariposas, aves e morcegos e a produção massiva de flores, bem como a presença dos recursos néctar e pólen, de fácil acesso, atraindo uma ampla variedade de animais (PIRANI; CORTOPASSI-LAURINO, 1994). Segundo Rocha et al. (2010), ao estudar os nectários destas duas espécies de *Dombeya* constatou que as mesmas podiam ser visitadas por uma grande quantidade de insetos.

O consumo de néctar é essencial para a manutenção de dois tipos de interações

planta-animal que contribuem para a diversidade global: herbivoria e polinização. No caso da polinização, o néctar realiza a mediação de um mutualismo, no qual o animal consome néctar e é involuntariamente responsável pelo transporte de pólen, o que pode propiciar a reprodução da planta que forneceu o néctar (RECH et al., 2014).

Foram observadas 28 espécies de insetos visitantes, os quais são atraídos pela floração massiva das espécies de "astrapeia", no entanto a maioria dos visitantes foi considerada polinizadores ocasionais (71%), por alternarem visitas legítimas com pilhagem de néctar e pólen.

As "astrapeias" aqui estudadas apresentam característica de melitofilia de acordo com Faegri e Van Der Pijl (1979) e compartilham morfologia floral e os mesmos visitantes. No entanto, mesmo apresentando muitos visitantes florais, as abelhas *Apis mellifera*, *Trigona spinipes* e *Xylocopa* sp. foram consideradas os polinizadores efetivos por tocarem nas estruturas reprodutoras em todas as visitas realizadas. No Brasil, *A. mellifera* é uma espécie exótica tendo grande contribuição para a polinização de culturas não nativas como: maçã, melão, laranja e a canola (RECH et al., 2014). Em escala global, a abelha *A. mellifera* vinha sendo considerada a principal responsável pela polinização de plantas agrícolas (FREE, 1993; MC GREGOR, 1976; CORBERT et al., 1991; MALERBO-SOUZA et al., 2002; MACHADO; SAZIMA, 2007), porém alguns estudos revelaram que as abelhas *Xylocopa,Bombus*, *Centris* entre outras são de fato os polinizadores principais das plantas cultivadas (KREMEN, 2005; OLLERTON et al., 2012).

Segundo Humeau et al. (1999) e Pirani e Cortopasssi-Laurino (1994), muitas espécies de *Dombeya* são visitadas por abelhas *Apis mellifera, Trigona spinipes*, *Tetragonisca angustula*, *Paratrigona subnuda*, *Plebeia* sp. e Melina sp., por borboletas (*Euplhoea gaudotii*, *Henostesia narcisus*, *Parnana marchalii*) e por pássaros (*Zosterops borbonica* e *Zosterops olivaceus*).

3.2 ACANTHACEAE DO JARDIM BOTÂNICO DA UFRRJ: ASPECTOS REPRODUTIVOS E VISITANTES FLORAIS

Denise Monte Braz, Rachel Louise Silva de Arruda, Rejane Gomes Pimentel & Alexandre Fernandes Bamberg de Araújo

3.2.1 Resumo

Plantas da família Acanthaceae tem morfologia floral variada e associada a diferentes grupos de animais polinizadores. No Jardim Botânico da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro essa família está representada por nove espécies. Verificamos suas características florais a fim de associar às síndromes de polinização e sugerir os possíveis polinizadores. Para as espécies nativas e ornitófilas, foram realizadas observações sobre a fenologia, a viabilidade polínica, a concentração do néctar e testes reprodutivos que revelaram outras características relacionadas a associações com polinizadores. As visitas de beija-flores e de outros visitantes às flores de Acanthaceae confirmam a família como importante recurso para a fauna local. A reprodução de espécies nativas, especialmente daquelas ameaçadas de extinção, além de conservar e cumprir um dos objetivos fundamentais estabelecidos para os jardins botânicos, promove a manutenção e o enriquecimento da biodiversidade da flora e fauna local, permitindo sua dispersão para o entorno.

Palavras-chave: Morfologia floral. Síndrome de polinização. Interação biológica. Polinização.

3.2.2 Introdução

O conhecimento da biodiversidade e sua manutenção englobam não só as entidades taxonômicas, mas também todas as interações envolvidas. A reprodução de espécies nativas está dentre as atividades principais dos jardins botânicos nacionais e internacionais, bem como dentre as ações acordadas na Convenção da Biodiversidade (DIAS, 2000). Estudos reprodutivos das espécies vegetais, tanto da reprodução vegetativa como da sexuada, são fundamentais e podem revelar condições ambientais favoráveis a uma ou outra forma de reprodução, bem como as condições desfavoráveis (MACHADO; LOPES, 2008). Além de fundamental na preservação, conhecimentos sobre a biologia da polinização de espécies vegetais nativas são importantes ferramentas para avaliar graus de conservação em áreas de vegetação natural, alterada ou remanescente (GARCÍA; CHACOFF, 2007; MACHADO; LOPES, 2008).

Possíveis polinizadores de espécies vegetais podem ser sugeridos observando as características florais determinadas pelas síndromes de polinização, com base em atributos morfológicos, fisiológicos ou ecológicos, tais como a forma da corola, a posição e exposição dos órgãos reprodutivos, a coloração, o odor, o horário de abertura e o(s) recurso(s) oferecido(s), entre outros aspectos (FAEGRI; VAN DER PIJL, 1979; VOGEL, 1989; ENDRESS, 1994; MACHADO; LOPES, 2008). Podem também estar envolvidos aspetos mais específicos das flores, a forma de vida e a época e tipo de floração, entre outras características do vegetal (BRAZ et al., 2000; MACHADO; LOPES, 2008).

As Acanthaceae reúnem cerca de 200 gêneros e pelo menos 4000 espécies (MCDADE et al., 2008; DANIEL; MCDADE, 2014), com muitas espécies importantes economicamente por seu uso ornamental e cultivadas por todo o mundo, não só pela beleza de suas flores e inflorescências, mas também pela folhagem comumente variegada (LORENZI; SOUZA, 2008; SARTIN et al., 2014). Também tem notável importância ecológica, aparecendo como um dos principais componentes do estrato herbáceo-arbustivo em vegetações tropicais e subtropicais (MACDADE et al., 2008; FRAGA et al., 2012; WENK; DANIEL, 2009) e por reunir plantas exclusivamente polinizadas por animais (zoófilas) (JUDD et al., 2008; MACDADE et al., 2008). A grande diversidade de formas das suas flores e inflorescências e seus coloridos está relacionada à polinização por diferentes grupos, incluindo abelhas, vespas, mariposas, borboletas, morcegos e aves (JUDD et al., 2008; VOGEL, 1989; VOGEL et al., 2004; ENDRESS, 1994; MACHADO; SAZIMA, 1995; BRAZ et al., 2000; SIGRIST; SAZIMA, 2002; MACHADO; LOPES, 2004; TRIPP; MANO, 2008; MUCHHALA et al., 2008). Esses aspectos atestam a evolução concomitante da família e sua importância na manutenção dos ecossistemas em que ocorrem.

No Jardim Botânico da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (JB/UFRRJ) as Acanthaceae estão representadas por *Justicia gendarussa* Burm. f., *Odontonema dissitiflorum* (Nees) Kuntze, *Pachytachys lutea* Nees, *P. spicata* (Ruiz & Pav.) Wassh., *Ruellia blechum* L., *Sanchezia oblonga* Ruiz & Pav., *Thunbergia erecta* (Benth.) T. Anderson, *T. fragrans* Roxb. e *T. grandiflora* Roxb. (Figuras 74-75). *O. dissitiflorum* é endêmica da Floresta Atlântica, ocorrendo apenas no Rio de Janeiro e no Espírito Santo (FLORA DO BRASIL, 2020). *Pachystachys lutea, P. spicata* e *S. oblonga* são espécies amazônicas que estendem sua ocorrência por outros países sul-americanos e, por serem cultivadas como ornamentais, são registradas por todo o Brasil e em outros locais do mundo (WASSHAUSEN, 1986; CÔRTES et al., 2016; FLORA DO BRASIL, 2020). *Ruellia blechum* é uma espécie invasora, vastamente distribuída por toda as Américas do Sul e Central (WASSHAUSEN, 1995; BRAZ; AZEVEDO, 2016). As demais espécies são exóticas cultivadas, *J. gendarussa* utilizada como medicinal e ritualística, e as três espécies de *Thunbergia* Roxb. são largamente empregadas como trepadeiras ornamentais (LORENZI; SOUZA, 2008; SARTIN et al., 2014).

Esse estudo teve como objetivos o reconhecimento das síndromes florais para indicar os possíveis polinizadores das espécies de Acanthaceae ocorrentes no JB/UFRRJ e a observação *in situ*, visando identificar visitantes florais e possíveis polinizadores efetivos. Foram ainda realizados estudos fenológicos e testes de polinização, de viabilidade polínica e de concentração de néctar para relacionar à síndrome floral e aos visitantes.

Figura 74 - Acanthaceae do Jardim Botânico da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro: A-B) Justicia gendarussa Burm. f.; C) Odontonema dissitiflorum (Nees) Kuntze; D) Pachsytachys spicata (Ruiz & Pav.) Wassh.; E) Ruellia blechum L.; F) Pachsytachys lutea Nees.

Figura 75 - Acanthaceae do Jardim Botânico da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (JB/UFRRJ): A) Sanchezia oblonga Ruiz & Pav.; B) Thunbergia erecta (Benth.) T. Anderson; C) T. grandiflora Roxb.; D-E) T. fragrans Roxb.

3.2.3 Material e métodos

a) *Etapas de campo*

As atividades de campo no JB/UFRRJ incluíram registro dos indivíduos, análise floral e dos visitantes e coleta de material botânico para fixação e para posterior herborização. As observações *in situ* das espécies foram realizadas do período entre junho de 2013 a setembro de 2015, sem periodicidade padronizada. Além de observações diretas, foram feitas imagens dos visitantes às flores em três indivíduos de *Pachystachys spicata* e em dois de *Sanchezia oblonga*, com filmadora Sony HD AVCHD Progressive Handycam HDR-CX220 8.9. A observação dos indivíduos somou aproximadamente 140 horas. As etapas de campo foram realizadas entre as 08:00 h e às 17:00 h.

Para as espécies *Sanchezia oblonga* e *Pachsytachys spicata* foram realizadas análises complementares de dados fenológicos e testes reprodutivos para verificar a autopolinização e a viabilidade polínica. *P. lutea* e *Odontonema dissitiflorum* foram excluídas dessa abordagem comparativa por constarem de um único indivíduo cada, ainda de tamanho reduzido e produzindo escasso material florífero. Para realização dos testes de autopolinização, foram utilizados sacos de filó, conforme a metodologia usual; em função de suas inflorescências congestas, foram ensacadas seis inflorescências em dois indivíduos de *S. oblonga* (Figura 76), que somaram 50 flores ensacadas, e em *P. spicata* a inflorescência foi ensacada, somando 15 botões florais (Figura 76).

As flores ensacadas também serviram para avaliar o horário de abertura da flor. Os testes de viabilidade polínica foram realizados em apenas uma flor de cada espécie, retirando os grãos de pólen da antera diretamente e analisando sob microscópio óptico, de acordo com a metodologia estabelecida por Alexander 1980. Observações fenológicas foram realizadas em três indivíduos de *P. spicata* e em dois indivíduos de *S. oblonga*. Para cada indivíduo marcado, contou-se o número de botões florais, de flores abertas e de frutos e a classificação seguiu Newstrom et al. 1994. A concentração de néctar foi medida utilizando refratômetro manual em 11 flores de *P. spicata* e duas de *S. oblonga*. Embora durante alguns períodos as observações fenológicas tenham sido semanais, nesse estudo essas análises foram inconstantes e aperiódicas e deverão ser melhor avaliadas.

Figura 76 - Indivíduos de Acanthaceae com botões florais ensacados para realização de testes reprodutivos no Jardim Botânico da UFRRJ: A) Pachsytachys spicata (Ruiz & Pav.) Wassh.; B) Sanchezia oblonga Ruiz & Pav.

b) *Etapas de laboratório*

O trabalho de laboratório foi realizado no Departamento de Botânica, Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde/UFRRJ e incluiu a identificação dos táxons através de bibliografia especializada, a análise da morfologia dos indivíduos com auxílio de microscópio estereoscópio (lupa) e inclusão do material testemunho no herbário RBR, do Departamento de Botânica/UFRRJ. A descrição morfológica seguiu os aspectos e as definições contidas em Radford et al. (1974) e Stearn (1998), além da bibliografia específica para a família, em especial, Ezcurra (1993, 2002), Scotland e Vollesen (2000), Wasshausen e Wood (2004) e Wasshausen (2006). A caracterização geral das flores e/ou inflorescências foi determinada através de tabela padronizada dos caracteres florais postulados por Faegri e Van der Pijl (1979) para indicação da respectiva síndrome de polinização.

3.2.4 Resultados

As Acanthaceae do Jardim Botânico da UFRRJ têm atributos florais que caracterizam as síndromes de polinização por borboletas (psicofilia) (*Thunbergia erecta*), por mariposas (falenofilia) (*T. fragrans*), por abelhas (melitofilia) (*Justicia gendarussa*, *Ruellia blechum*, *T. erecta*, *T. fragrans*, *T. grandiflora*), por moscas (*R. blechum*) e por aves (ornitofilia) (*Sanchezia oblonga, Pachystachys spicata*, *P. lutea*, *Odontonema dissitiflorum*) (Tabela 34). Dentre essas, *J. gendarussa*, *T. erecta*, *T. grandiflora* e *T. fragrans* são espécies exóticas de origem africana, cultivadas por seu uso ritualístico, medicinal e ornamental; já *R. blechum*, também exótica, é uma planta invasora. As espécies ornitófilas são nativas, sendo que *S. oblonga, P. spicata* e *P. lutea* são amazônicas, enquanto *O. dissitiflorum* é uma espécie da Floresta Atlântica.

O néctar presente nas flores de *Pachsytachys spicata* apresentou concentração de glicose de 3-5%; já em *Sanchezia oblonga* o volume de néctar foi reduzido, não sendo possível a leitura da concentração. Essas duas espécies apresentam alta viabilidade polínica, sendo em *P. spicata* 99% e em *S. oblonga* 90% (Tabela 35). Também verificamos a presença de gordura nos grãos.

Os testes de autopolinização demonstraram baixíssimas taxas de frutificação em *Sanchezia oblonga*: em 50 flores ensacadas, apenas sete frutos se formaram. Em *Pachsytachys spicata*, não foram observados frutos, as flores ensacadas murcharam e não foi possível a coleta dos dados.

Nas Acanthaceae do Jardim Botânico/UFRRJ foram vistos visitantes florais nas espécies *Justicia gendarussa*, *Thunbergia fragrans*, *Sanchezia oblonga* e *Pachystachys spicata* (Figura 77).

Pachsytachys spicata recebeu visitas legítimas de *Thalurania glaucopsis* (GMELIN, 1788) e *Eupetomena macroura* (GMELIN, 1788). Noventa e cinco por cento das visitas às flores de *P. spicata* foram realizadas por beija-flores (Tabela 36). Já em *Sanchezia oblonga*, foram observadas visitas legítimas de duas espécies de beija-flor, *Eupetomena macroura* (GMELIN,1788) e *Thalurania glaucopsis* (GMELIN, 1788), e ilegítima do beija-flor *Thalurania* cf. *furcata* (GMELIN, 1788). Nessa espécie, dos dois grupos de animais visitantes legítimos, mais de 97% das visitas foram feitas por beija-flores (Tabela 37). Nas visitas legítimas dos beija-flores (conhecidos popularmente por beija-flor-tesoura), as aves tocaram os órgãos sexuais das flores com a fronte. Visitaram seguidamente as várias flores abertas das inflorescências nas duas espécies vegetais, permanecendo empoleirados próximos as plantas durante uma visita e outra. Contudo foram também registrados outros visitantes florais nessas duas espécies (Tabelas 36 e 37), bem como de flores de outras Acanthaceae do JB/UFRRJ (Figura 77).

Tabela 34 - Espécies de Acanthaceae do Jardim Botânico da UFRRJ, atributos reprodutivos e síndrome de polinização associada.

Espécie	Unidade de atração	Forma da corola	Coloração da corola	Guias de nectário	Coloração adicional	Posição dos órgãos sexuais	Síndrome de polinização
Justicia gendarussa Burm. f.	Flor	Bilabiada	Branca	Arroxeados	Ausente	Exsertos	Melitofilia
Odontonema dissitiflorum (Nees) Kuntze	Inflorescência Flor	Tubular	Vermelha	Ausentes	Ausente	Subexsertos	Ornitofilia
Pachsytachys lutea Nees	Inflorescência	Bilabiada	Branca	Arroxeados	Brácteas amarelas	Exsertos	Ornitofilia
Pachsytachys spicata (Ruiz & Pav.) Wassh.	Inflorescência	Bilabiada	Vermelha	Amarelados	Ausente	Exsertos	Ornitofilia

Ruellia blechum L.	Flor	Infundibular	Branca	Ausentes	Ausente	Subexsertos	Melitofilia Miofilia
Sanchezia oblonga Ruiz & Pav.	Inflorescência	Tubular	Amarela	Ausentes	Brácteas vermelhas	Exsertos	Ornitofilia
Thunbergia erecta (Benth.) T. Anderson	Flor	Infundibular	Amarela e roxa	Ausentes	Ausente	Insertos	Melitofilia
Thunbergia fragrans Roxb.	Flor	Infundibular	Roxa e branca	Ausentes ou amarelados	Ausente	Insertos	Melitofilia falenofilia
Thunbergia grandiflora Roxb.	Flor	Infundibular	Lilás	Amarelados	Ausente	Insertos	Melitofilia

Tabela 35 - Viabilidade polínica em *Pachsytachys spicata* (Ruiz & Pav.) Wassh. e em *Sanchezia oblonga* Ruiz & Pav. no Jardim Botânico da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (JB/UFRRJ).

Pachsytachys spicata			***Sanchezia oblonga***	
Quadrante	**Viável**	**Inviável**	**Viável**	**Inviável**
1	10	1	7	0
2	10	0	11	1
3	10	0	8	2
4	12	0	7	0
5	1	0	7	2
6	5	0	6	0
7	9	0	4	0
8	6	0	4	0
8	3	0	7	2
10	11	0	4	0
Total	**77**	**1**	**65**	**7**

Tabela 36 - Visitantes florais, tipo de visita, número de visitas e número de espécies visitantes (NV) de *Pachsytachys spicata* (Ruiz & Pav.) Wassh. no Jardim Botânico da UFRRJ.

Flores de *Pachystachys spicata*				
	Visitante Floral	**Visitas legítimas**	**Visitas ilegítimas**	**NV**
Insecta	Lepidoptera (borboleta)	5	0	2
Aves	Apodiformes, Trochilidae (beija-flor)	98	0	2
Total de visitantes: 4				

Tabela 37 - Visitantes florais, tipo de visita, número de visitas e número de espécies visitantes (NV) de *Sanchezia oblonga* Ruiz & Pav. no Jardim Botânico da UFRRJ.

Flores de *Sanchezia oblonga*				
Visitante floral		**Visitas legítimas**	**Visitas ilegítimas**	**NV**
Insecta	Diptera (mosca)		7	
	Hymenoptera, Apidae (abelha)	1		1
	Hymenoptera, Formicidae (formiga)		13	1
	Hymenoptera, Vespidae (vespa)		6	2
	Lepidoptera (borboleta)		8	3
	Lepidoptera (mariposa)		2	1
	Lepidoptera (lagarta)		3	2
Aves	Apodiformes, Trochilidae (beija-flor)	43	5	2
	Passeriformes (passarinho)		1	1
Total de visitantes: 13				

Figura 77 - Visitantes em flores de Acanthaceae no Jardim Botânico da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (JB/UFRRJ): A) *Pachsytachys spicata* e beija-flor; B-C) *Sanchezia oblonga* e beija-flor; D-E) Justicia gendarussa e mariposa; F) Thunbergia fragrans Roxb. e mariposa.

No Jardim Botânico da UFRRJ, *Sanchezia oblonga* apresentou padrão sub-anual irregular de floração, com produção de flores praticamente o ano todo, copiosa nos meses de julho e agosto e não tendo sido observadas flores apenas nos meses de março e novembro entre os anos de 2013 e 2015. Nesse mesmo período, *Pachsytachys spicata* apresentou padrão sub-anual regular, com flores nos meses de janeiro a março e de julho a outubro.

3.2.5 Discussão

De acordo com as síndromes descritas por Faegri e Van Der Pijl (1979) as flores ornitófilas são tubulosas com lábios ou margem ausentes ou reflexos, possuem cores vivas como vermelho e laranja, antese diurna, corola resistente, néctar abundante e escondido, com grandes distâncias entre o nectário e os órgãos sexuais e ausência de odor, aspectos observados nas flores de *Sanchezia oblonga*, *Pachsytachys lutea*, *P. spicata* e *Odontonema dissitiflorum*. Wassahausen (1986) e Côrtes et al. (2016) atestaram a ornitofilia como a síndrome predominante em *Pachystachys* Nees, que reúne 18 espécies predominantemente amazônicas.

Na natureza, *Pachystachys spicata* floresce de junho a novembro, mas em cultivo pode florescer o ano todo (WASSHAUSEN, 1986; CÔRTES et al., 2016). Embora no JB/UFRRJ tenha apresentado um padrão sub-anual e ausência de flores em alguns meses, *P. spicata* floresceu além do período indicado para indivíduos de populações naturais, o que pode estar acontecendo com outras espécies estudadas.

A confirmação de altas taxas de visitas legítimas de beija-flores às flores de *Pachsytachys spicata* (95%) e *Sanchezia oblonga* (97,7%), indicam sua posição como prováveis polinizadores dessas espécies. A associação dessa família com essas aves já é bem conhecida, com inúmeros exemplos na nossa flora (ex.: MACHADO; SAZIMA, 1995; BRAZ et al., 2000; MACHADO; LOPES, 2004; BUZATO et al., 2012; MATIAS; "CONSOLARO" 2015).

A presença de néctar como recurso floral reforça a ornitofilia e sua composição com glicose (3-5%), verificada em *Pachsytachys spicata*, indica especificamente a associação com beija-flores. Entretanto, os estudos com o néctar foram muito limitados e devem ser melhor investigados. Os testes de autopolinização foram subamostrados e, embora os resultados sugiram que são espécies xenógamas, testes para verificar a polinização cruzada devem ser realizados para maiores inferências sobre a dependência de agentes externos como polinizadores. A posição mais exserta do estigma em relação às anteras nas duas espécies de Acanthaceae estudadas, parece favorecer a xenogamia; mas não exclui a possibilidade de formação de sementes por autofecundação dada a proximidade dos órgãos sexuais. A alta viabilidade polínica, ainda que demonstrada aqui de forma incipiente, está relacionada ao sucesso reprodutivos das espécies.

Em *Odontonema dissitiflorum*, as flores têm coloração vermelho vivo, são reunidas em panículas longo-pedunculadas, extremamente visíveis, e outras características que indicam a ornitofilia são a corola tubulosa e resistente, sendo os lobos curtos e reflexos, a ausência de odor e a provável produção de néctar. A posição inclusa dos estames e do estigma difere levemente das formas florais propostas por Faegri e Van der Pijl (1979) e por Vogel (1989) para espécies ornitófilas, no entanto, estão de acordo por se posicionam distantes do recurso oferecido. Flores de *O. dissitiflorum* sendo visitadas por beija-flores já foram observadas pessoalmente pelos autores e são comuns como imagens na internet. *O. dissitiflorum* é uma espécie ameaçada para a flora fluminense na Categoria "Criticamente em perigo" (BAUMGRATZ et al., 2014) e também para a flora nacional, na categoria "Em perigo" (CNCFlora, 2016), reforçando a importância de seu cultivo no Jardim Botânico da UFRRJ. Com grande potencial ornamental e de fácil cultivo, o número de indivíduos deve ser ampliado no JB/UFRRJ e seu uso estimulado em restaurações ambientais e em jardins de uma forma geral.

Embora imagens de *Pachsytachys lutea* sendo visitada por beija-flores sejam comuns na internet, inexistem estudos sobre sua biologia reprodutiva. Essa espécie ornitófila tem morfologia floral semelhante a *P. spicata*, sendo que em *P. lutea* a corola é branca e a sinalização é feita pelas brácteas amarelas, cores em geral pouco associadas à ornitofilia (FAEGRI; VAN DER PIJL, 1979).

Thunbergia grandiflora foi classificada como melitófila (com base na corola com tubo relativamente curto e largo, na coloração, no recurso e na posição da flor). Os estudos de Migliorini et al. (2009) confirmaram essa síndrome e também verificaram que a formação de frutos nessa espécie não é possível sem a ação dos polinizadores. Esses autores associaram a morfologia da corola à exigência de um polinizador grande e robusto e verificaram que a abelha *Xylocopa grisescens* consegue inserir o aparelho bucal entre as anteras para extrair o néctar e, consequentemente, induzir o mecanismo de liberação de pólen. Apesar de ser cultivada, *T. grandiflora* oferece recursos florais atrativos a polinizadores nativos (Migliorini et al, 2009) e a visitantes florais de uma forma geral, sendo essas mesmas características compartilhadas pelas outras espécies desse gênero localmente, *T. alata* e *T. fragrans*. Em *T. fragrans* a cor da corola

pode ser associada a visitantes noturnos, o tubo da corola é mais profundo e na área de estudo suas flores foram visitadas por mariposa (Figura 77). Em *Justicia gendarussa*, que também é uma espécie exótica e melitófila, também foram observadas visitas por mariposas diurnas.

A evolução floral tem sido frequentemente associada a diferenças nas síndromes de polinização e, por outro lado, essa conceituação tem sido criticada com base no fato de as flores atraírem um espectro mais amplo de visitantes. As adaptações e as síndromes florais especializadas em geral são geradas e mantidas por grupos funcionais de polinizadores similares, e não por uma única espécie, o que não deve nos levar a rejeitar a importância da especialização (FENSTER et al., 2004). Para esses mesmos autores é inegável que o processo evolutivo de especialização explica grande parte da impressionante diversidade de flores.

A síndrome de polinização é aferida pela frequência e a forma das visitas, que indicam o reconhecimento e reciprocidade por parte do visitante, o nível de enlaçamento das espécies na malha de interações. Dessa forma, entre outros fatores bióticos e abióticos, é importante considerar a especialização em alguns grupos taxonômicos de plantas, evidenciado por aspectos das flores que claramente evitam perdas e/ou otimizam a visita e a polinização, tais como a especificidade e eficiência do local de deposição do pólen no visitante e a seleção do acesso aos recursos (estruturas de proteção, compartimentos, dobras, etc).

A morfologia das Acanthaceae do JB/UFRRJ reflete a variabilidade floral da família e caracteriza síndromes de polinização associada a diferentes grupos animais, sendo a ornitofilia (polinização por aves) a mais comum. As espécies ornitófilas *Pachsytachys spicata* e *Sanchezia oblonga* embora com morfologia distinta em alguns aspectos, apresentam as características típicas das flores visitadas por beija-flores e, de fato, essas aves são visitantes legítimos e possíveis polinizadores dessas duas Acanthaceae na área de estudo.

Considerando a elevada riqueza das Acanthaceae na flora brasileira (39 gêneros, 447 espécies), com elevado número de espécies endêmicas (252) (FLORA DO BRASIL 2020), e sua importância ecológica, a ampliação de representantes nativos dessa família no JB/UFRRJ poderá ampliar a fauna associada, contribuindo com o aumento da biodiversidade de uma forma geral no espaço do Jardim Botânico e no seu entorno.

CAPÍTULO 4 - FITOQUÍMICA E BOTÂNICA APLICADA

4.1. EFICÁCIA DE PLANTAS MEDICINAIS NO CONTROLE DE HELMINTOS DE ANIMAIS DE PRODUÇÃO

Argemiro Sanavria, Gilmar Ferreira Vita, Isabele da Costa Angelo, Larissa Clara da Silva, Marco André Alves de Souza & Maria do Carmo de Araujo Fernandes

4.1.1 Resumo

As doenças parasitárias impactam de forma negativa a atividade pecuária por influenciar o desempenho produtivo e reprodutivo dos animais, comprometendo, muitas vezes, o capital investido em insumos e genética do rebanho. As verminoses são prevenidas ou controladas com o uso de anti-helmínticos sintéticos, entretanto, a falta de novos princípios ativos sintéticos aliados à resistência de algumas populações de parasitas ocasiona a busca por novas alternativas. Nesse contexto, a fitoterapia constitui-se uma alternativa eficaz no controle dos parasitas gastrintestinais, além de contribuir para a qualidade dos alimentos de origem animal. As plantas possuem diversos metabólitos secundários, também conhecidos como princípio ativo, produzidos e armazenados durante a fase de crescimento do vegetal, tal como: taninos, alcalóides, glicosídeos, terpenos entre outros que as conferem atividades antiparasitárias. O Ministério da Saúde listou a Relação Nacional de Plantas Medicinais de Interesse ao Sistema Único de Saúde (RENISUS), sendo que algumas destas plantas, utilizadas com outra finalidade senão a medicamentosa, apresentam atividades anti-helmínticas avaliadas frente a parasitos de importância médica veterinária, dentre estas plantas são citadas frutas, verduras, legumes, forrageiras e plantas utilizadas em paisagismo. A eficácia dos princípios ativos das plantas testada através de testes *in vitro* contra parasitos e seus diferentes estádios de vida (ovo, larva e adulto) reduzem o custo e tempo para realização de uma etapa de testes mais sensíveis. Entretanto, os testes *in vivo* fornecem resultados mais precisos da atividade biológica da planta sobre os helmintos. Fator que compromete o emprego de algumas plantas é a toxicidade de alguns princípios ativos o que promovem efeitos colaterais e tóxicos o que pode colocar em risco tanto a saúde do proprietário quanto a de seus animais.

Palavras-chave: Anti-helmínticos. Fitoterapia. Princípios ativos de plantas.

4.1.2 Introdução

As doenças parasitárias representam um impacto negativo para atividade pecuária, por comprometer muitas vezes o processo de transformação dos fatores de produção em produtos de origem animal. A ocorrência dessas doenças pode comprometer muitas vezes o capital investido em insumos e genética do rebanho, principalmente devido a reduções no desempenho produtivo, reprodutivo, ocorrência de mortes e descarte involuntário de animais. Além desses impactos, as perdas podem ser qualitativas, como por exemplo, aumento da idade ao primeiro parto, perda de qualidade de carcaça, ou mesmo o comprometimento de produtos cárneos pela presença de lesões ou parasitas nos tecidos (STOTZER et al., 2014).

As perdas ocasionadas pelas verminoses são prevenidas ou minimizadas com o uso de anti-helmínticos sintéticos, os quais proporcionam redução na mortalidade dos animais em torno de 2% e, no abate um ganho de peso de cerca de 40 kg por animal em caso de bovinos (BIANCHIN et al., 1996). Porém, esse tratamento gera despesa com a aquisição de fármacos e o aumento de mão de obra, visando apenas atender um programa fixo de controle, realizado, na maioria das vezes, sem embasamento técnico. Fatores estes promotores da redução da eficácia dos anti-helmínticos e do aparecimento de populações de parasitas resistentes a vários grupos químicos de antiparasitários (VIEIRA; CAVALCANTE, 1999), tais como: albendazole, ivermetinas, moxidectina (LIMA et al., 2010). Essa resistência dos helmintos aos antiparasitários pode ser acelerada, por técnicas de manejo inadequadas dos animais, rápida alternância de grupos químicos, utilização de medicamentos de longa persistência, contato dos animais com larvas infectantes devido ao manejo de lotação inadequado das pastagens (MOLENTO, 2004).

A falta de novos princípios ativos, aliada ao problema da resistência de parasitas, ocasiona a busca por alternativas adaptadas à consciência adquirida por criadores e consumidores (CHAGAS; VIEIRA, 2007).

Nesse contexto, a fitoterapia constitui uma alternativa eficaz no controle de parasitas gastrintestinais de animais. Muitas plantas são, tradicionalmente, conhecidas como possuidoras de atividade anti-helmíntica em humanos e em animais (NERY et al., 2009; FENALTI et al., 2016).

Outro fator que leva a utilização de plantas medicinais no tratamento das parasitoses de animais é a exigência de consumidores cada vez mais preocupados com a qualidade dos alimentos, ao respeito ao meio ambiente e ao bem-estar dos animais. Por essa razão, a utilização de medicamentos à base de plantas é um dos princípios da criação animal orgânica (ALMEIDA, 2013).

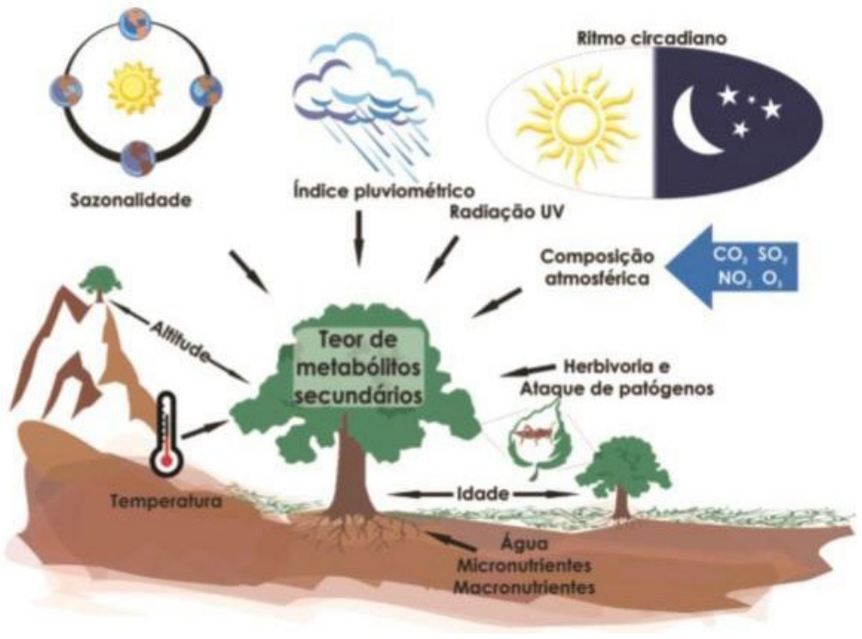
4.1.3 Alguns aspectos importantes sobre a fitoterapia anti-helmíntica

a) *Princípios ativos de plantas*

As plantas possuem diversos metabólitos secundários, também conhecidos como princípio ativo, substância bioativas (PEREIRA; CARDOSO, 2012) e metabólitos especiais (CARVALHO et al., 2007), produzidos e armazenados durante a fase de crescimento do vegetal e relacionados ao seu sistema de defesa contra agentes estressores tais como: herbívoros, patógenos e radiação ultravioleta, sendo exemplo destes constituintes os óleos essenciais,

lactonas sesquiterpênicas, ácidos fenólicos, flavonoides, cumarinas, saponinas, alcaloides, taninos e glicosídeos cianogênicos (GOBBO-NETO; LOPES, 2007). Essas substâncias podem apresentar diversas atividades biológicas e constituem um recurso terapêutico alternativo aos medicamentos industrializados (TÔRRES et al., 2005). Entretanto, sua produção varia em qualidade e quantidade, de espécie para espécie, local de ocorrência ou ciclo de cultivo para outro, pois muitos deles têm suas sínteses desencadeadas por eventuais vicissitudes a que as plantas estão expostas (FERREIRA; ÁQUILA, 2000; GOBBO-NETO; LOPES, 2007) (Figura 78).

Figura 78 - Principais fatores que podem influenciar o acúmulo de metabólitos secundários em planta.



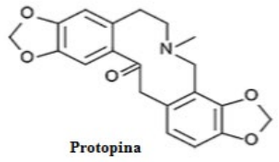
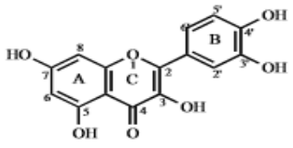
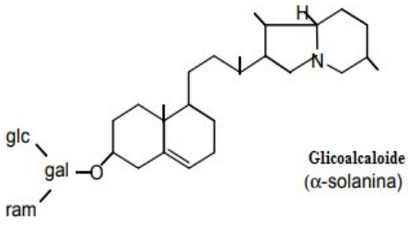
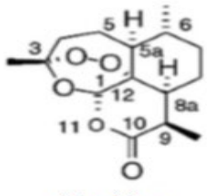
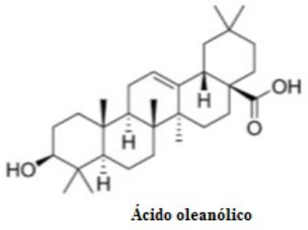
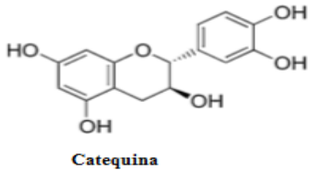
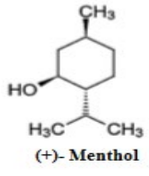
Fonte: Gobbo-Neto & Lopes (2007).

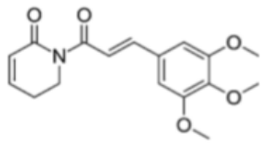
A composição em diferentes classes de metabólitos secundários faz com que uma mesma planta apresente efeito no tratamento de várias doenças, e no caso de helmintíases, atuar sobre os diversos estágios de vida do parasita (OLIVEIRA et al., 2011; ABREU et al., 2014). Além disso, permite de forma simultânea o controle de ectoparasitas, tais como, moscas e carrapatos, além de aumentar a produtividade, minimizando o risco de intoxicação tanto para o animal, quanto para o indivíduo que manusear o produto (VIEIRA et al., 1999).

b) *Mecanismo de ação dos princípios ativos de plantas sobre helmintos*

O efeito antiparasitário de plantas está relacionado à ação dos metabólitos secundários, como taninos, alcaloides, glicosídeos, saponinas e terpenos (ATHANASIADOU ; KYRIAZAKIS, 2004) (Tabela 38).

Tabela 38 - Metabólitos secundários de plantas e mecanismo de ação anti-helmíntica.

Metabólitos secundários	Mecanismo de ação anti-helmíntica
 Protopina **Alcaloides 1**	Atuam sobre o sistema nervoso central e causa paralisia dos nematódeos (VADIVEL et al., 2015). Também interferem no processo de homeostase do intestino que é essencial para o desenvolvimento de helmintos (BORBA et al., 2010).
 Quercetina **Flavonoides 2**	Inibem o desenvolvimento larvar (YOON et al., 2006), a motilidade do parasita adulto, por interferir na atividade de neurotransmissores ou neuromoduladores como serotonina, dopamina, acetilcolina, epinefrina, glutamato e outros neuropeptídeos (NDJONKA et al., 2013).
 Glicoalcaloide (α-solanina) **Glicosídeos 3**	Matam os helmintos devido aos seus efeitos tóxicos (SIRAMA et al., 2015).
 Artemisina **Lactonas sesquiterpênicas 4**	Possuem efeito deletério sobre larvas (MOLAN et al. 2000).
 Ácido oleanólico **Saponinas 5**	Danifica a cutícula do helminto adulto, promove a expulsão do verme do Trato Gastrointestinal (HRCKOVA & VELEBNY, 2013) Possui atividade ovicida e larvicida (CABARDO & PORTUGALIZA, 2017)
 Catequina **Taninos 6**	Ligam-se à cutícula, cavidade oral, esôfago, cloaca e vulva do nematoide, alterando suas propriedades químicas e físicas (OLIVEIRA et al., 2009) além de possuir efeito deletério sobre a fase larvar (MOLAN et al., 2000).
 (+)- Menthol **Terpenos (presente em óleo essencial) 7**	Inibem a incubação de ovos; Bloqueiam as contrações musculares por reduzir a resposta do músculo à acetilcolina (HRCKOVA ; VELEBNY, 2013).



Piplartina

Possui ação proteolítica sobre a cutícula do helminto, promove a diminuição da motilidade. Possui efeito ovicida e larvicida (HRCKOVA ; VELEBNY, 2013).

Enzimas, amidas e outros compostos específicos 8

Fonte das Figuras das estruturas químicas 1,4, 5, 6 7 e 8: (HRCKOVA ; VELEBNY (2013)); 2: (KERBOEUF et al., 2008) e 3: (NASCIMENTO et al., 2008).

A resistência de algumas espécies de helmintos gastrintestinais perante os anti-helmínticos comerciais utilizados em bovinos, ovinos, caprinos e frangos, ocasiona a expansão do uso de plantas medicinais em produção animal (FENALTI et al., 2016). Algumas das plantas foram listadas pelo Ministério da Saúde e estão incluídas na Relação Nacional de Plantas Medicinais de Interesse ao Sistema Único de Saúde (RENISUS) (BRASIL, 2017) no tratamento de parasitose humanas, e já tiveram sua atividade anti-helmíntica avaliada frente a alguns parasitos de importância médica veterinária, mil-folhas (*Achillea millifolium*), alecrim pimenta (*Lippia sidoides*), hortelã pimenta (*Mentha piperita*), gengibre (*Zingiber officinale*). No entanto, outras plantas apresentam resultados promissores (FENALTI et al., 2016). Assim, plantas e/ou partes destas utilizadas de forma corriqueira com outra finalidade senão a medicamentosa, são empregadas no tratamento e em testes anti-helmínticos. Dentre essas plantas encontram-se frutas, verduras, legumes, forrageiras e plantas utilizadas em paisagismo. Assim como, varia as espécies animais que são tratadas com fitoterápicos contra helmintíases, sendo tratados desde peixes (*Astyonax* spp) (FUJIMOTO et al., 2012), codorna japonesa (*Coturnix japônica*) (VITA et al., 2015) a bovinos (PARRA et al., 2014), com resultados satisfatórios segundos estes autores. Nesse contexto, espécies de plantas com diferentes usos podem apresentar em sua constituição princípios ativos que apresentam efeito anti-helmíntico (Tabela 39).

Os testes *in vivo* realizados com fitoterápicos fornecem resultados mais preciso sobre a atividade biológica da planta sobre os helmintos. Entretanto, os testes *in vitro* permitem investigar a identidade dos compostos responsáveis pela atividade biológica de um extrato quando a quantidade do material disponível é limitada. Para obtenção e preparo dos extratos são seguidos os seguintes passos (Figura 79).

Tabela 39 - Plantas, forma de uso, concentração, período de utilização, princípio ativo, animal e efeito de tratamento *in vitro*.

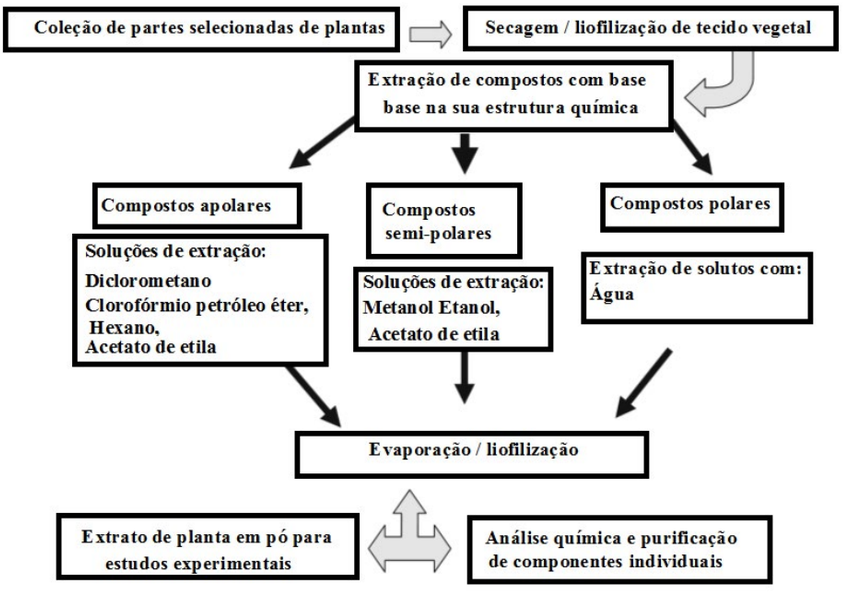
Nome vulgar	**Nome científico**	**Parte da planta utilizada**	**Forma de uso**	**Concentração/ Período de utilização**	**Princípio ativo**	**Animal Idade (ID) Peso (kg) Número (N)**	**Efeito**	**Autor**
Abóbora	*Curcubita máxima*	Sementes	Sementes seca a sombra e moídas 7 dias de fornecimento	-	Cucurbitina, Fitosterolina	Peixes Astyonax spp Peso 0,48 kg N= 15	Redução de 93,8 % dos vermes	Fujimotoet al. (2012)

Abóbora Jerimum	*Curcubita pepo*	Sementes	Sementes moídas	19 g/10 kg de PC* Adm. 3 dias consecutivos	Cucurbitina, fitosterolina[1]	Cabritos Moxotó 16±1,5Kg Idade 6- 12 meses N= 10	Redução do OPG**	Almeida et al. (2007)
Acácia negra	*Acasia mearnsii*	Casca	Pó da casca diluída em água	18 g de casca em água 13 semanas	Tanino condensado	Ovinos Santa Inês ID= 6 meses 22,5± 4,7 kg N= 24	Diminuição de cerca de 57% do número de vermes adultos	Cenciet al. (2007)
Alho	*Alllium sativum*	Bulbilho	Extrato aquoso e metanólico	60 e 120 g.100 kg de PC; 4 aplicações 14-14 dias	Alicina	Novilhas Holandesas ID= 2-10 meses P= não relatado N= 24	Diminuição do OPG. E de helmintos do gênero *Oesophagostomum spp*.	Parra et al. (2014)
Bananeira	*Musa* spp *Cultivar prata anã*	Folhas; Pseudocolmo; coração	Extrato seco 250g.L-1 de água	303 mg de extrato / kg Dose única	Taninos Flavonoides Esteróides Terpenóides	Ovinos Santa Inês 20 kg	Redução de 32,5% do OPG	Nogueira et al. (2012)
Batata de purga	*Operculina hamiltonii*	Raízes	Raiz seca moída	4,5/ 10 Kg de PC Adm. 3 dias consecutivos	Saponina [2]	Cabritos Moxotó 16±1,5Kg Idade 6- 12 meses N= 10	Redução do OPG	Almeida et al. (2007)
Chicória	*Cichorium intybus*	Folhas fresca	Fornecimento ad libitum de folhas	- Fornecimento em 17 dias consecutivos	Taninos Saponinas	Ovelhas 22,4± 0,6 Kg	Diminuição do OPG	Heckendorn et al. (2007)
Coco	*Cocos nucifera*	Casca	Extrato em acetato de etila	400 $mg.Kg^{-1}$ Adm. 3 dias consecutivos	Tanino condensado	Ovinos Sem raça ID: 6 a 12 meses Peso= 21 kg	Efeito anti-helmíntico	Oliveira et al. (2009)
Erva-de-Santa-Maria	*Chenopodium ambrosioides*	Parte aérea	Extrato comercial (óleo essencial)	12 mL/2L de água 3 dias alternados	(Z)-ascaridol (87%), (E)- ascaridol (5,04%), p-cimeno (4,83%)[3]	Galinha caipira ID= 24 semanas 2 kg N= 24	Diminuição do OPG em 91%	Vita et al. (2014)
Hortelã	*Mentha villosa*	folhas	Hidrolato de folhas (Óleo essencial)	0,1 mL /kg de PC ao dia Adm.: 10 dias consecutivos	óxido de	Novilhas Holandêsas x Zebu ID: 8-10 meses 137,9±28,2 Kg N= não informado	Sem efeito no OPG	Nascimento et al. (2009)

Jurubeba	*Solanum paniculatum*	Raiz	Raiz seca moída	9 g/20 Kg de PC; 3 dias consecutivos e a cada OPG acima de 500	Taninos, saponinas, alcalóides flavonóides[4]	Ovelhas Santa Inês 18 meses Peso= não informado N= 6	Redução do OPG 31,2 a 72,3%	Vilela et al. (2009)
Laranjeira	*Citrus spp*	Folhas	Hidrolato das folhas	1000 mg/ Kg Adm. 5 dias consecutivos	Terpenóides	Ovinos 90 dias Peso: não informado N=18	Redução de 97,4% no OPG	Squires et al. 2010
Mamão	*Carica papaya*	Sementes	Semente seca e moídas; 7 dias de fornecimento	-	Papaína	Peixes Astyonax spp Peso 0,48 kg N = 15	Redução de 53,81dos vermes	Fujimoto et al. (2012)
Melão de São Caetano	*Momordica charantia*	Folhas	Folhas secas trituradas	45g/10 Kg de PC. Adm. 3 dias consecutivos	Terpenos e saponinas[5]	Cabritos Moxotó 16±1,5Kg Idade 6- 12 meses N= 10	Redução do OPG	Almeida et al. (2007)
Noni	*Morinda gratissimum*	Fruta	Frutas secas moídas	10 mL/Kg; 3 dias consecutivos	Alcalóides[6]	Galinhas ID: descarte 1,5 kg N= 6	Eliminação de *Heterakis gallinarum*, adultos	Brito ; Fernandes (2013)
Pimenta rosa	*Schinstere benthifolius*	Frutos	Torta na dieta	15, 30, 45 60% em substituição ao milho da dieta	Taninos	Cabritos Saanen 50-70 dias; 12 kg	Redução do OPG	Shalders et al. (2014)

*PC= Peso corporal; **OPG= ovos por grama de fezes; [1].Fujimoto et al. (2012); [2].Michelin et al. (2010); [3].Paes et al. (2015); [4].Lôbo et al. (2010); [5].Lins et al. (2012); [6].Pimentel et al. (2016).

Figura 79 - Organograma apresentando as principais etapas do processo preparatório para a obtenção de único grupo de fitoquímico de acordo com a polaridade.

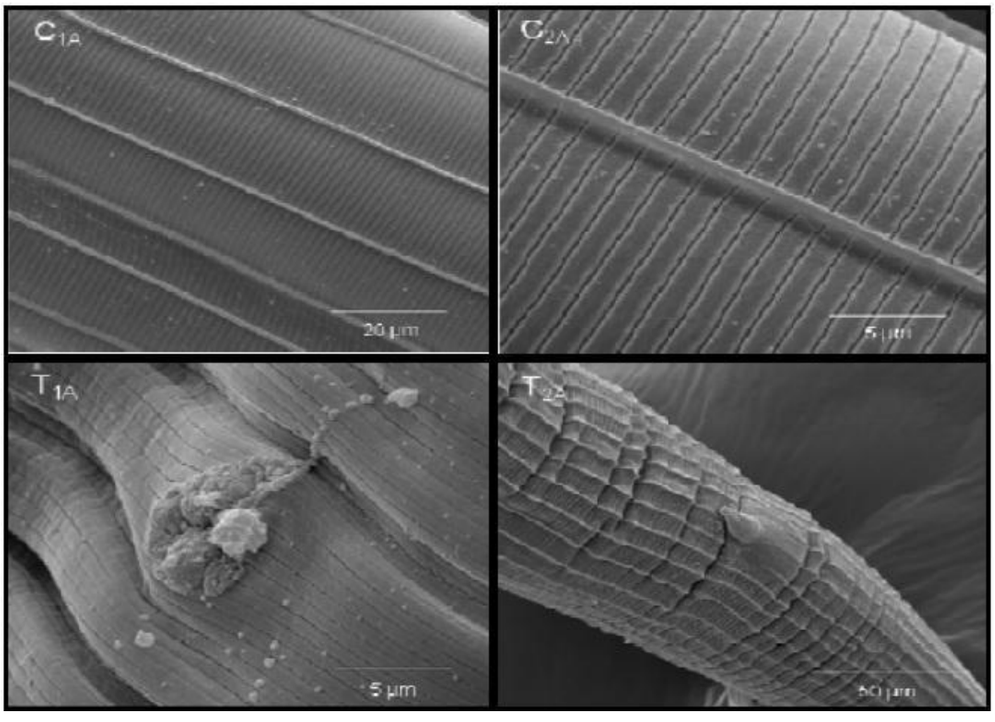


Os testes *in vitro* reduzem o custo e tempo para realização de uma etapa de testes mais sensível com o metabólito secundário MS específico, seguido por testes farmacológicos de segurança e toxicidade. Entre os ensaios para o uso em primeira instância são: 1) Testes de inibição da eclodibilidade (*Egg hatch assay*), em que os ovos dos helmintos são incubados em diferentes concentrações do MS teste, em seis repetições por 48 horas, e após são avaliados os números de larvas e ovos não eclodidos. A concentração do produto que é necessária para inibir 50% da eclosão dos ovos é calculada para se determinar dose letal 50 (DL50) (BIZIMENYERA et al., 2006) (Figura 80). 2) Teste da inibição da alimentação larvar (*Larval feeding inhibition assay*) que determina o efeito da planta sobre o comportamento de alimentação de larvas de primeiro estádio (L1) que são expostas a diferentes concentrações do produto por um período de 2 a 4 horas e alimentadas após este período com *Escherichia coli* liofilizada e marcada com isotiocianato de fluoresceína, o que permite identificar as larvas que se alimentaram com um microscópio de fluorescência pela presença de *E. coli* marcada no seu intestino (ALVAREZ-SANCHEZ et al., 2005). 3) Teste da inibição da perda da cutícula (*Larval exsheathment assay*) em que são utilizadas larvas de terceiro estádio (L3) para investigar o efeito dos extratos ou MS específicos sobre a perda da cutícula induzida pela exposição ao hipoclorito de sódio diluído. Em que as larvas devem apresentar uma perda de cutícula progressiva ao exame de microscópio óptico entre 60 a 70 minutos em comparação com um material controle, em que 100% das larvas devem perder a cutícula (BRUNET; HOSTE, 2006). 4) Teste de motilidade e migração larvar (*Larval motility test*) em que a motilidade de larvas é determinada por meio de observação, detectores eletrônicos (que fornecem um índice de motilidade) ou migração através de peneiras de larvas submetida a um meio contendo o princípio ativo. 5) Teste de inibição do desenvolvimento das larvas (*Larval development assay*) em que são utilizados ovos frescos ou larvas de primeiro estádio e avalia a habilidade do parasita de se desenvolver até o estádio de larva infectante (L3) na presença da substância teste e; 6) Teste de atividade anti-helmíntica *in vitro* de extratos de plantas obtidos em diferentes solventes orgânicos de acordo com a polaridade e em água (Figura 81). O que corrobora com Cabardo e Portugaliza (2017) que citam atividade anti-helmíntica *in vitro* diferente entre o extrato etanólico e extrato aquoso de sementes de *Moringa oleifera*, contra os ovos e L3 de *Haemochus contortus* (helminto parasito de ruminantes). No ensaio larvicida, os extratos etanólicos e aquosos exibiram 56,94% e 92,50% de eficácia a 7,8 mg / mL, respectivamente. O que pode estar relacionado à presença de taninos no extrato etanólico e saponinas no extrato aquoso.

Figura 80 - Teste de eclosão de ovos de *Haemochus contortus* (parasitas de ruminantes) expostos a extratos de sementes de Moringa oleifera após 72 h, mostrando um ovo que (a) permaneceu morulado (ampliação 40 ×), (b) falha na eclosão da larva (ampliação 40x) e (c) L1 livre (ampliação 10 ×). Escala de barra = 50 mm.

Fonte: Cabardo ; Portugaliza (2017).

Figura 81 - Imagem de microscópio de varredura eletrônica apresentando a estrutura externa de *Haemonchus contortus* após exposição à solução salina (C) e após exposição ao extrato de Acacia mearnsii (T) no teste de atividade anti-helmíntica. C_{1A} e C_{2A}: cutícula normal (controle). T_{1A}: Observe a área danificada na cutícula com um aumento do volume, devido à pressão interna que distorceu as estrias cuticulares, causando extravasamento da matéria interna (tratado com extrato de *A. mearnsii*). T_{2A}: superfície do corpo parasita mostrando rugas transversais (tratamento com extrato de *A. mearnsii*).



Fonte: Yoshihara et al. (2015).

Tabela 40 - Plantas medicinais utilizadas em teste *in vitro* contra helmintos de ruminantes.

Nome vulgar/ científico	Parte da planta utilizada	Princípio ativo	Testes	% de redução	Autor
Albizia / *Albizia schimperiana*	Parte aérea	Triterpenos, saponinas, glicosídeos, alcalóides	TDL	99,09	Eguale et al. (2011)
Alfavacão / *Ocimum gratissimum*	Folhas	1,8cineole (32,7) Eugenol (43,7%)	TIE	58,49 a 100	Pessoa et al. (2002)
Angico branco / *Anadenanthera-colubrine*	Parte aérea	Taninos	TDL	100	Oliveira et al. (2011b)
Aroeira preta / *Myracrodruo-nuruneuva*	Parte aérea	Taninos	TIE	100	Oliveira et al. (2011a)
			TDL	97,73	
Caju / *Anacardium ocidentale*	Folhas	Taninos	TDL	0,0	Fonseca et al. (2014)
Capim cidreira / *Cymbopogon citratus*	Folhas	Taninos	TDL	0	Fonseca et al. (2014)
Capim-limão / *Cymbopogon schoenanthus*	-[1]	Geraniol (62,5%)	TIE	**	Katiki et al. (2011)
			TDL		
			TDL		
Cauda-de-leão / *Leonotis ocymifolia*	Parte aérea	Óleo Essencial	TDL	100	Eguale et al. (2011)
Cravo-de-defunto / *Artemisia lancea*	-	Monoterpenos oxigenados	TIE	99	Zhu et al. (2013)
			TDL	93,6	
			TML	77	

Eucalipto / *Eucaliptus globulus*	Extrato comercial de folhas	Eucaliptol (83,89%)	TIE	99,3	Macedo et al. (2009)
			TDL	98,7	
Fedegoso / *Senna occidentalis*	Parte aérea	Saponina, flavonoides	TDL	99,36	Eguale et al. (2011)
Graviola / *Annona muricata*	Folhas	Compostos fenólicos	TIE	84,91	Ferreira et al. 2013
			TML	89,08	
Hortelã-pimenta / *Mentha piperita*	-[1]	Menthol (42,5%)	TIE	**	Katiki et al. (2011)
			TDL		
			TDL		
Jurema preta / *Mimosa tenuiflora*	Parte aérea	Taninos	TDL	100	Oliveira et al. (2011b)
Leucena / *Leucaena leucocephala*	Parte aérea	Taninos	TDL	100	Oliveira et al. (2011b)
Macaúba / *Acrocomia aculeata*	Folhas	Taninos	TDL	26,97	Fonseca et al. (2014)
Manga / *Mangifera indica*	Folhas	Taninos	TDL	0	Fonseca et al. (2014)
Mato branco / *Leucas martinicensis*	Parte aérea	Taninos, triterpenos	TDL	99,85	Eguale et al. (2011)
Moringa / *Moringa oleifera*	Vagens com sementes	Taninos	TIE	24,4 a 95,9	Cabardo ; Portugaliza (2017)
			TML	31,5 a 92,5	
Pequi / *Caryocar brasiliense*	Folhas	Taninos	TDL	91,29	Fonseca et al. (2014)

[1] Utilizou óleo essencial comercial. TDL= teste de inibição do desenvolvimento larvar. TIE= teste de inibição da eclodibilidade de ovos. TML= teste de inibição do movimento larvar. ** os autores relatam atividade promissora devido o resultado encontrado com a CL50 (concentração inibitória média).

c) *Mecanismos que diminuem a eficácia de fitoterápicos no controle de helmintos*

Entre os problemas apontados com a utilização de fitoterápicos é citada a metabolização dos constituintes químicos da planta que ocorre no trato gastrointestinal dos animais em que os parasitos atuam, o que reduz sua biodisponibilidade (ATHANASIADOU; KYRIAZAKIS, 2004) e contribui para a baixa eficácia anti-helmíntica de alguns extratos de plantas. Além disto, existe grande variação na composição dos extratos vegetais, o que varia de acordo com a época da colheita da planta, estágio de desenvolvimento e localização geográfica (GOBBO-NETO; LOPES, 2007).

d) *Efeitos positivos e negativos do consumo de metabólitos secundários de plantas*

A atividade antiparasitária dos MS é vista como uma alternativa para controlar infecções parasitárias em sistemas agrícolas. Entretanto, alguns destes MS são conhecidos por suas propriedades antinutricionais (NEPOMUCENO et al., 2013). O consumo de plantas ricas em MS por herbívoros pode resultar em redução da sua ingestão, perda de peso, toxicidade e morte (WAGHORN; MCNABB, 2003). Por exemplo, o consumo de tanino condensado está associado à redução da ingestão de alimentos devido a adstringência, redução da digestibilidade do alimento devido o comprometimento do metabolismo ruminal (MIN et al., 2003) e à redução da absorção dos nutrientes por serem tóxicos para a mucosa (REED, 1995).

As saponinas também são consideradas responsáveis pela redução da ingestão de alimentos

e prejuízo do crescimento além da promoção de fotossensibilização em ruminantes e equinos (TOKARNIA et al., 2012). Já o consumo excessivo de (alcalóides, glicosídeos e terpenóides) está relacionado a lesões do sistema nervoso (MABRY; GILL, 1979). Portanto, é evidente que, para que o MS tenha algum papel no controle do parasita, é necessário garantir que os animais parasitados possam obter um benefício líquido da ingestão de MS. Por essa razão, os efeitos positivos (antiparasitários) e negativos (antinutricionais) do consumo de MS devem ser avaliados com base no desempenho de hospedeiros parasitados, porque se espera que tanto o nível de parasitismo como o consumo de MS afetarão o desempenho do hospedeiro. Como consequência dos efeitos antiparasitários dos MS, espera-se que o desempenho de herbívoros parasitados seja melhor após o consumo desses MS (SYKES, 1994). Assim, quanto maior a redução do nível de parasitismo, maior será a melhoria no desempenho de herbívoros parasitados.

Em contraste com os estudos de suplementação, Marley et al. (2003) relataram que o pastoreio em forragens ricas em MS resulta em um nível reduzido de parasitismo e melhor desempenho de hospedeiros parasitados. As forragens ricas em MS são geralmente leguminosas e, nutricionalmente, ocorre vantagem ao animal em detrimento ao consumo de forragem exclusiva de gramíneas. Consequentemente, o melhor desempenho dos hospedeiros parasitados que pastoreiam tais forragens pode ser atribuído tanto aos benefícios nutricionais quanto à atividade antiparasitária das forragens ricas em MS. Entretanto, os estudos relacionados ao valor nutricional das forrageiras não contempla, em sua maioria, os efeitos das forragens ricas em MS.

Neste contexto, os produtos de origem vegetal para o tratamento das parasitoses merecem destaque, uma vez que poderão contribuir para a redução do uso de substâncias sintéticas e prolongar a vida útil dos medicamentos disponíveis. No entanto, Silva et al. (2013) reportam que essas substâncias necessitam de estudos quanto aos efeitos colaterais e tóxicos, que pode colocar em risco tanto a saúde do produtor e/ou administrador quanto a saúde de seus animais. Haja vista a presença de metabólitos em plantas úteis aos seres humanos que podem promover intoxicação se utilizadas formas inadequadas.

4.1.4 Conclusão

Existe fitoterápico com efeitos confirmados sobre as helmintíases das diferentes espécies animais e vários estudos com plantas que poderão contribuir a médio e longo prazo para este propósito.

4.2 CARACTERIZAÇÃO E USOS TERAPÊUTICOS DA COLEÇÃO DE PLANTAS MEDICINAIS DO JARDIM BOTÂNICO DA UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO PARA UTILIZAÇÃO NA MEDICINA VETERINÁRIA

Thiago Sampaio de Souza, Carolina Marotta Ribeiro, Sandra Maria Gomes Thome & Argemiro Sanavria

4.2.1 Resumo

Dentre os jardins criados pelo homem, destaca-se o jardim botânico, que possui diversas funções: científica, educacional, social, estética, histórica e ecológica. O uso de plantas no tratamento e na cura de enfermidades é tão antigo quanto a espécie humana. O trabalho em questão foi realizado de setembro de 2009 a julho de 2012 e busca contribuir com a identificação das plantas medicinais existentes na coleção do Jardim Botânico da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) e seus usos terapêuticos, fornecendo dados para a conservação da biodiversidade e para pesquisas futuras. Foram identificadas 75 espécies de plantas com propriedades fitoterápicas, as quais estão representadas em 34 famílias botânicas. Foi possível constatar na área da coleção de plantas medicinais a ocorrência de 40 espécies nativas (53,33%) e 35 espécies exóticas (46,67%). Dentro das plantas nativas existentes na área 57,5% são espécies cultivadas e 42,5% são espontâneas. Entre as espécies exóticas, 80,0% são de espécies cultivadas e 20,0% são de espécies espontâneas distribuídas em diferentes indicações terapêuticas. Todas as espécies possuem mais de uma indicação terapêutica. Vinte e três plantas presentes na coleção destacam-se por estarem incluídas na lista de plantas indicadas para o uso pelo Sistema Único de Saúde (SUS). O Jardim Botânico da UFRRJ possui uma expressiva coleção de plantas medicinais e contribui com os estudos referentes à identificação dessas plantas, além de manter um espaço que pode ser usado para o desenvolvimento de pesquisas acadêmicas e extensão.

Palavras-chave: Farmácia viva. Fitoterápicos. Jardim Botânico da UFRRJ. SUS.

4.2.2 Introdução

Dentre os jardins criados pelo homem, destaca-se o jardim botânico, que possui diversas funções: científica, educacional, social, estética, histórica e ecológica. Os jardins botânicos são antigos: existiram na Mesopotâmia, no Egito Antigo e na América Pré-Colombiana e mantinham, principalmente, plantas medicinais que já eram objetos de estudos e observações, além de ser espaço de convívio para suas comunidades (ROCHA; CAVALHEIRO, 2001).

O uso de plantas no tratamento e na cura de enfermidades é tão antigo quanto a espécie humana (MACIEL et al., 2002). O conhecimento popular de plantas medicinais é uma arte que acompanha o ser humano desde os primórdios da civilização, sendo fundamentada no acúmulo de informações repassadas oralmente (SILVA; FREIRE, 2010) por sucessivas gerações (MACIEL et al., 2002). O processo de evolução da "arte da cura" se deu de forma empírica, em processos de descobertas por tentativas, de erros e acertos. Nesse processo, os povos primitivos propiciaram a identificação de espécies e de gêneros vegetais, bem como das partes dos vegetais que se adequavam ao uso medicinal, o reconhecimento do habitat e a época da colheita (SILVA, 2002). As observações populares sobre o uso e a eficácia de plantas medicinais contribuem de forma relevante para a divulgação das virtudes terapêuticas dos vegetais, como também despertam o interesse de pesquisadores de áreas como a botânica, farmacologia e fitoquímica, que juntas enriquecem os conhecimentos sobre a inesgotável fonte medicinal natural: a flora mundial (MACIEL et al., 2002).

O conhecimento sobre plantas medicinais muitas vezes simboliza o único recurso terapêutico utilizado pelas comunidades e grupos étnicos (MACIEL et al., 2002), por questões culturais, distância de centros urbanos onde se encontram as farmácias e drogarias e pelo custo elevado que muitos medicamentos alopáticos possuem. De acordo com os dados da Organização Mundial da Saúde (OMS), 80% da população depende da medicina tradicional para cuidados primários de saúde e grande parte desta medicina envolve o uso de plantas medicinais, seus extratos vegetais ou seus princípios ativos (IUCN, 1993).

A busca pelas plantas como fonte de medicamentos tem levado inúmeros países a formular estratégias para o uso das plantas medicinais. A Organização Mundial da Saúde recomendou aos países membros que desenvolvessem pesquisas, visando a utilização da flora com propósito terapêutico (FARNSWORTH et al., 1985). O Fórum Internacional sobre Conservação de Plantas Medicinais ocorrido em 1988, na Tailândia, declarou reconhecer a importância das plantas medicinais nos cuidados primários de saúde (SCHEFFER et al., 1999). Nesse sentido, o Ministério da Saúde, desde 2006, disponibiliza opções preventivas e terapêuticas aos usuários do Sistema Único de Saúde (SUS), dentre elas o uso de plantas medicinais e medicamentos fitoterápicos, através da Portaria nº 971 de 3 de maio de 2006 (BRASIL, 2006). O Ministério da Saúde divulgou, em fevereiro de 2009, a Relação Nacional de Plantas Medicinais de Interesse ao SUS (Renisus). Nessa lista, atualmente constam 71 nomes de plantas medicinais que apresentam potencial para gerar produtos de interesse ao SUS (BRASIL, 2017). A finalidade da relação é orientar estudos e pesquisas que possam subsidiar a elaboração de elenco de plantas medicinais a serem disponibilizados para uso da população, com segurança e eficácia para o tratamento de determinada doença.

A regulamentação em vigor para o registro de medicamentos fitoterápicos determina os aspectos essenciais ao registro, que além de avaliar o padrão de qualidade e provas de eficácia e segurança, exige uma correta identificação botânica das espécies vegetais utilizadas, de acordo com a Resolução de Diretoria Colegiada (RDC) 48/2004 (CARVALHO et al., 2008). Dessa maneira, o estudo relacionado à identificação de espécies de plantas medicinais vem crescendo significativamente nos últimos anos, contribuindo não só com o aumento do conhecimento científico sobre essas espécies, mas também com o desenvolvimento de medicamentos de origem

natural a baixo custo para a sociedade. Todavia, como salientado anteriormente, é necessária uma criteriosa identificação e classificação botânica, a fim de evitar a indução de erros e problemas durante a utilização das plantas (SANTOS et al., 2011). Dessa forma, quando essa identificação envolve o acesso às informações genéticas da planta/material vegetal é necessário seguir a regulamentação descrita pela Lei 13.123 de maio de 2015 (BRASIL, 2015), regulamentada pelo Decreto 8.722 de 11 de maio 2016 (BRASIL, 2016).

A identificação botânica se faz necessária para a obtenção de diferentes informações sobre espécies que possuem diferentes características e particularidades individuais (WIGGERS; STANGE, 2008). As plantas, quando mal indicadas ou preparadas, podem causar algum tipo de efeito não desejado, até mesmo tóxico. Devido a essa preocupação, há a necessidade de uma correta identificação das plantas medicinais (COUTINHO et al., 2002). A presente pesquisa busca contribuir para a identificação e uso terapêutico das plantas medicinais existentes na coleção do Jardim Botânico da UFRRJ, fornecendo dados para a conservação da biodiversidade e para pesquisas voltadas à medicina veterinária (SILVA et al., 2013; VITA et al., 2014, 2015).

4.2.3 Material e métodos

Atualmente, cerca de 950 m² do Jardim Botânico da UFRRJ são destinados à coleção de plantas medicinais, já que no início dessa pesquisa foi implantada uma área de 700m² que posteriormente tornou-se um único acervo, esses dados estão mostrados na Figura 82.

Figura 82 - Coleção de plantas medicinais do Jardim Botânico da UFRRJ (A); Área de 700 m² implantada e juntamente, a coleção de plantas medicinais (B). Estas áreas unidas tornaram-se um único acervo.

Fonte: Fotos de arquivo de Thiago Sampaio de Souza.

O estudo foi realizado de setembro de 2009 a julho de 2012 com a identificação das espécies, a partir da comparação com materiais do Herbário do Departamento de Botânica da UFRRJ (RBR), especialistas da área e por meio de bibliografias especializadas. As plantas foram classificadas quanto à utilização das suas partes; indicações terapêuticas; quanto ao seu hábito, sendo elas: ervas, trepadeiras, herbáceas, subarbustivas, arbustivas ou arbóreas; quanto à obtenção dessas plantas na área da coleção, sendo: cultivadas ou espontâneas; e quanto à origem de cada espécie, sendo: nativas ou exóticas. As plantas foram classificadas dessa forma visando um melhor arranjo e manejo das espécies na área de coleção. Após isso, foi realizada a comparação das plantas medicinais existentes no Jardim Botânico da UFRRJ com a relação

das plantas medicinais aprovadas e liberadas pelo Ministério da Saúde a fim de preservação, incremento do acervo, desenvolvimentos de pesquisas, principalmente, na área de medicina veterinária.

4.2.4 Resultados e discussão

Todas as 75 espécies de plantas, restritas à coleção de plantas medicinais do Jardim Botânico da UFRRJ, foram identificadas com propriedades fitoterápicas e estão representadas em 34 famílias botânicas. Verificou-se uma maior expressividade entre as famílias Asteraceae com 14 e Lamiaceae com nove espécies. A família Solanaceae encontra-se na área com quatro espécies; as famílias Amaranthaceae, Asphodelaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Poaceae e Zingiberaceae com três; as famílias Apocynaceae, Cactaceae, Costaceae, Passifloraceae, Rutaceae com duas espécies; e Acanthaceae, Alistamaceae, Anacardiaceae, Apiaceae, Bixaceae, Boraginaceae, Crassulaceae, Cucurbitaceae, Equisetaceae, Malvaceae, Meliaceae, Nyctaginaceae, Papaveraceae, Piperaceae, Plantaginaceae, Portulacaeae, Phytolaccaceae, Tropaeolaceae, Urticaceae e Verbenaceae todas com uma espécie. Esses dados estão mostrados na Figura 83.

Foi possível constatar na área da coleção de plantas medicinais a ocorrência de 40 espécies nativas (53,33%) e 35 espécies exóticas (46,67%). Dentro das plantas nativas existentes na área, 57,5% são espécies cultivadas e 42,5% são espontâneas, já dentre as espécies exóticas 80,0% são de espécies cultivadas e 20,0% são de espécies espontâneas distribuídas em diferentes indicações terapêuticas, esses dados são mostrados na Tabela 41. Todas as espécies pertencentes à coleção de plantas medicinais do JB/UFRRJ possuem mais de duas indicações terapêuticas.

Figura 83 - Número de espécies de plantas medicinais por família botânica existentes na área de coleção do Jardim Botânico da UFRRJ.

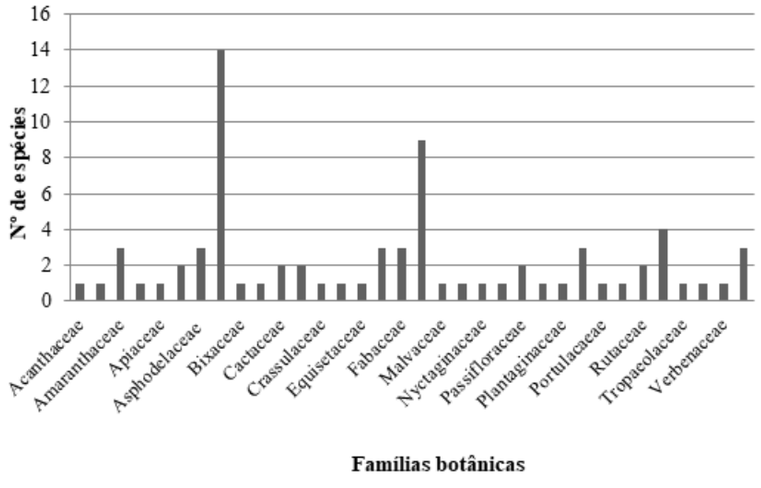


Tabela 41- Famílias e espécies botânicas com propriedades medicinais localizadas no Jardim Botânico da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, suas utilizações e indicações terapêuticas. Hábito, er: erva; ter: trepadeira; her: herbácea; sub: subarbustiva; arbu: arbustiva; arbo: arbórea. Obtenção, C: cultivada; E: espontânea. Origem, Nat: nativa; Ex: exótica.

Famílias e Espécies	Nome vulgar	Parte utilizada	Indicações terapêuticas	Hábito	Obtenção	Origem	Referência*
Acanthaceae							
Justicia pectoralis var. *stenophylla* Leonard	anador	Folhas	Ação antirreumática, expectorante e sudorífica; efeitos contra cefaleia, febre, cólicas abdominais, inflamações pulmonares e tosse sudorífica	er	C	Nat	15
Alistamaceae							
Echinodorus macrophyllus (Kunth) Micheli	chapéu-de-couro	Parte aérea, folhas e rizomas	Ação antirreumática, diurética, depurativa, tônica	her	E	Nat	5, 14, 15
Amaranthaceae							
Alternanthera dentata (Moench) Stuchlik	terramicina	Ramos, folhas e inflorescência	Ação analgésica, antitumoral, antidiarréica, diurética, digestiva, depurativa; efeitos no tratamento de moléstias do fígado e bexiga	her	C	Nat	5, 14, 15
Chenopodium ambrosioides L.	erva-de-santa-maria	Folhas, frutos e sementes	Ação anti-helmíntica, antirreumática e estomáquica; efeitos no tratamento de bronquite e tuberculose	her	E	Nat	15, 18, 19
Pfaffia glomerata (Spreng.) Pedersen	ginseng brasileiro	Raízes	Ação antianêmica, anti-inflamatória e imunoestimulante	sub	C	Nat	15
Anacardiaceae							
Schinus terebinthifolia Raddi	aroeira	Folhas e cascas	Ação anti-inflamatória, antisséptica, cicatrizante e hemoptise	arbo	C	Nat	1, 4, 6, 15, 18
Apiaceae							
Eryngium foetidum L.	coetro-bravo	Folhas	Ação abortiva, antimalárica, emenagoga; efeitos contra hidropsia, retenção urinária e gripes	her	C	Nat	5, 15
Apocynaceae							
Allamanda cathartica L.	alamanda	Folhas, látex e casca	Ação anti-helmíntica, febrífuga, purgativa e na eliminação de sarnas e piolhos	sub	C	Nat	5, 15
Catharanthus roseus (L.) G. Don	vinca-rósea	Folhas, flores e sementes	Ação anti-hipertensiva, antifúngica, diurética, febrífuga, hipoglicemiante, sudorífica; efeitos no tratamento da leucemia; e pode ser tóxica (látex das raízes)*	sub	E	Ex	1, 15
Asphodelaceae							
Aloe arborescens Mill.	babosa-de-arbusto	Mucilagem das folhas	Ação antibacteriana, anticarcinogênica, anti-hemorroidária, anti-helmíntica, anti-inflamatória, antioftálmica, antipruriginosa, antifúngica, bactericida, cicatrizante e imunoestimulante	her	C	Ex	6, 15
Aloe vera (L.) Burm. F.	babosa	Mucilagem das folhas	Ação adstringente, antitóxica, anestésica, anticancerígena, anti-hemorrágica, anti-inflamatória, antioftálmica, antipruriginosa, bactericida, cicatrizante (tópico), emoliente, vermífuga, colerética e anti-hemorroidária	her	C	Ex	6, 15, 18, 19

Aloe ferox Mill.	babosa	Mucilagem das folhas	Ação antioftálmica, cicatrizante (tópico), emoliente e vermífuga	her	C	Ex	6, 15
Asteraceae							
Achillea millefolium L.	mil-folhas	Planta inteira	Ação antiespasmódica, anti-inflamatória, antirreumática, cicatrizante, diurética, febrífuga e aperiente	her	C	Ex	3, 15
Acmella uliginosa (Sw.) Cass.	jambu	Folhas, inflorescência e ramos	Ação analgésica, antianêmica e estimulante do apetite; efeitos no tratamento do escorbuto, dispepsia, males da garganta, tuberculose e litíase pulmonar	her	E	Nat	6, 15
Artemisia alba Turra	cacho-pinha	Folhas	Ação anti-helmíntica, carminativa, diurética e estomáquica	her	C	Ex	4, 15
Artemisia vulgaris L.	losna-brava	Folhas e ramos	Ação carminativa, tônica, emenagoga e depurativa do sangue	her	C	Ex	3, 14, 15
Baccharis dracunculifolia DC.	alecrim do campo	Folhas, flores e ramos	Ação aperiente, aromática, digestiva, febrífuga e tônica	arbu	E	Nat	7
Baccharis trimera (Less.) DC.	carqueja	Ramos se possível com flores	Ação antiácida, antiúlceras, digestiva, estomáquica, vermífuga, febrífuga, hepatoprotetora, hipoglicêmica e tônica	sub	E	Nat	14, 15
Asteraceae							
Bidens pilosa var. *radiata* J. A. Schimdt.	picão branco	Planta inteira	Ação diurética, antibactericida, antidisentérica, emenagoga, emoliente; efeitos contra aftosa, angina, diabetes, disenteria, hepatite, hidropsia e laringite	her	E	Nat	2, 5, 14, 15
Centratherum punctatum Cass.	dama-de-roxo	Folhas e flores	Ação antimicrobiana, anti-hiperglicêmica, antioxidante, antiproliferativa, antifiliaríose e anti-helmíntica	her	C	Nat	17
Emilia fosbergii Nicolson	pincel-de-estudante	Folhas, flores e raiz	Ação antiasmática, antioftálmica, asmática, diurético e febrífuga; efeitos contra bronquite, resfriados, dores, faringite e amigdalite	her	E	Ex	14, 15
Mikania glomerata Spreng.	guaco	Parte aérea	Ação antiedematogênica, antigripal, febrífuga, antitussígena, broncodilatadora, depurativa, estimulante e expectorante	tre	C	Nat	6, 15, 18
Pectis brevipedunculata Sch. Bip.	limãozinho	Folhas	Ação calmante, espasmolítica e de proteção gástrica; efeitos contra cólicas, diarreia, dispepsia e ventosidade	er	E	Nat	15
Solidago chilensis Meyen	arnica do campo	Folhas e flores	Uso externo contra entorses, contusões, dor lombar e picada de inseto	sub	C	Nat	5, 15
Vernonia condensata Baker	alumã	Folhas	Ação analgésica e aperiente; efeitos contra a sífilis, supressão de gases intestinais, insuficiência hepática e inflamação da vesícula	arbu	C	Nat	15
Vernonia polyanthes Less.	assa-peixe	Caule, folhas e raiz	Ação antirreumática, balsâmica, diurética, hemoptise; efeitos contra bronquite e tosses pertinentes; uso externo no tratamento de afecções da pele, dores musculares e reumatismo	arbu	E	Nat	9, 15, 18
Bixaceae							
Bixa orellana L.	urucum	Folhas e sementes	Ação antidiarréica, antifebril, estomáquica e tonificante do aparelho gastrointestinal; efeitos no tratamento de asma, coqueluche, diabetes, gripes e faringite	arbu	C	Nat	15, 19
Boraginaceae							

Varronia verbenaceae (DC) Borhidi	erva-baleeira	Folhas	Ação anti-inflamatória, antiartrítica, analgésica, antisséptico, antiulcerogênica e tônica	arbu	E	Nat	5, 14, 15
Cactaceae							
Pereskia aculeata Mill.	trepadeira-limão	Folhas	Ação anti-inflamatória, antianêmica e cicatrizante; efeitos no tratamento de dislipidemias e diabetes	tre	C	Nat	20, 21
Pereskia grandifolia Haw.	ora-pro-nóbis	Folhas	Ação antioxidante e antianêmica; efeitos no tratamento de inflamação cutânea, sífilis e tumores	arbu	C	Nat	12
Costaceae							
Costus spicatus (Jacq.) Sw.	cana-do-brejo	Folhas, casca, colmo e rizoma	Ação adstringente, diurética, depurativa, diaforética, emenagoga, tônica; efeitos no tratamento contra diabetes, gonorreia, sífilis, nefrite, picadas de insetos e problemas da bexiga	arbu	C	Nat	5, 15, 18
Costus spiralis (Jacq.) Rosc.	cana-branca	Folhas e colmo	Ação anti-inflamatória, antidiabética, tônica, calmante, depurativa, diurética, diaforética e emenagoga	arbu	C	Nat	5, 8
Crassulaceae							
Kalanchoe brasiliensis Cambess.	saião	Folhas	Ação diurética, anti-inflamatória, analgésica e bactericida	her	C	Ex	15, 18
Cucurbitaceae							
Momordica charantia L.	melão de são caetano	Folhas e frutos	Ação antiparasitária, antidiabética, antitumoral e antiviral (AIDS); efeitos no tratamento de verminose, hemorroida inflamada, diarreia e reumatismo	tre	E	Nat	1, 10, 14, 15, 19
Equisetaceae							
Equisetum hyemale L.	cavalinha	Hastes	Ação adstringente, depurativa, diurética, e estíptica; efeitos no tratamento de gonorreia, diarreia e infecções nos rins e bexiga	sub	C	Nat	1, 4, 5, 15, 18
Euphorbiaceae							
Jatropha gossypiifolia L.	peão-roxo	Folhas, látex, sementes e raiz	Ação antirreumática, anti-hipertensiva, antitumoral, cicatrizante, diurética, hemostática e purgativa; pode ser tóxica (via oral)*	arbu	E	Ex	1, 5, 10, 15
Jatropha multifida L.	mertiolate	Látex	Ação antifúngica, antisséptica e cicatrizante	arbu	C	Ex	13, 23
Jatropha podagrica Hook.	batata-do-diabo	Folhas, caule e sementes	Ação antimicrobiana, diurética, antitumoral, antipirética, febrífuga e purgativa; efeitos no tratamento contra infecções cutâneas, gonorreia e icterícia; pode ser tóxica*	her	C	Ex	10, 22
Fabaceae							
Erythrina verna Vell.	mulungu	Casca e ramos	Ação calmante e inseticida; Efeitos no tratamento contra bronquite, hepatite, tosses nervosas, gengivites, inflamações hepáticas, febres e insônia; pode ser tóxica (semente)*	arbo	C	Nat	5, 15
Senna obtusifolia (L.) H. S. Irwin & Barneby	mata-pasto	Sementes	Ação antibactericida, antimicótica e laxante; efeitos no tratamento de congestão ocular, hipertensão e insônia	sub	E	Nat	14, 15

Senna occidentalis (L.) Link	fedegoso	Folha, semente e raiz	Ação diurética, febrífuga e purgativa; efeitos no tratamento de afecções do fígado e menstruais, hidropsia, anemia, dispepsia flatulenta e asma	sub	E	Nat	6, 14, 15, 19
Lamiaceae							
Leonurus sibiricus L.	macaé	Planta inteira	Ação antimalária, diurética e estimulante da circulação; efeitos no tratamento contra gastralgia, dispepsia, bronquite e tosse	her	C	Ex	5, 14, 15
Mentha spicata L.	hortelã	Parte aérea	Ação antidispéptica, antivomitiva e antigripal	er	C	Ex	4, 15
Origanum vulgare L.	orégano	Planta inteira	Ação analgésica e espasmolítica; estimulante do sistema nervoso, da digestão e da atividade uterina; efeitos no tratamento contra gripes, flatulência, distúrbios estomacais e cólicas menstruais	her	C	Ex	3, 4, 15
Ocimum basilicum L.	manjericão	Folhas e inflorescência	Ação antiespasmódica (gástrico), béquica, antirreumática, galactógena e estimulante digestiva; efeitos no tratamento contra infecção bacteriana e parasítica	her	C	Ex	3, 15
Ocimum gratissimum L.	alfavacão	Parte aérea	Ação analgégica, calmante, carminativa, diurética, sudorífica, larvicida e repelente de insetos	sub	C	Nat	5, 15
Plectranthus amboinicus (Lour.) Spreng	hortelã-graúda	Folhas	Ação antiepiléptica e antisséptica; efeitos no tratamento de tosses, garganta, bronquite, feridas por leishmaniose cutânea e de problemas ovarianos e uterinos	her	C	Ex	6, 15, 16, 18
Lamiaceae							
Plectranthus barbatus Andrews	boldo brasileiro	Folhas	Ação estimulante da digestão (hiposecretora gástrica) e do apetite; efeitos contra azia, mal-estar gástrico, males do fígado, dispepsia e no controle da gastrite	sub	C	Ex	15, 18
Plectranthus ornatus Codd.	boldo-rasteiro	Folhas	Ação estimulante da digestão; efeitos contra azia, dispepsia e males do fígado	her	C	Ex	15, 16, 18
Rosmarinus officinalis L.	alecrim	Parte aérea	Ação antisséptica, estimulante, tônica e digestiva; efeitos contra dispepsias; uso externo no tratamento de reumatismo, contusões, entorses, artrose, artrite e cólicas	sub	C	Ex	3, 4, 15, 25
Malvaceae							
Gossypium hirsutum L.	algodão verdadeiro	Folhas, sementes e casca da raiz	Amenorreia, antimicótico, ascaricida, cicatrizante, disenteria, hemorragia uterina, purgativo, vermífugo	sub	C	Ex	1, 4, 15, 18
Meliaceae							
Azaditachta indica A. Juss.	nim	Folhas e sementes	Ação anti-inflamatória, antiviral, bactericida, antidiabetíca, fungicida, inseticida, larvicida e repelente; efeitos contra gastrite e úlcera gástrica	arbo	C	Ex	15, 25
Nyctaginaceae							
Mirabilis jalapa L.	maravilha	Flores, caule e raiz	Ação antimicótica, tônica, antimicrobiana, antivirótica, antibactericida, carminativa, catártica, diurética, estomáquica, purgativa e vermífuga	her	E	Ex	10, 15
Papaveraceae							

Argemone mexicana L.	cardo-santo	Parte aérea, raiz, látex e sementes	Ação anestésica, emoliente, purgativa, vomitiva, nematicida; efeitos no tratamento de inflamação da bexiga e inflamações oculares	her	E	Ex	14, 15
Passifloraceae							
Passiflora alata Curtis	maracujá-doce	Folhas, flores, frutos e semente	Ação calmante e diurética. Contra indicação: pessoas com hipotensão	tre	C	Nat	3, 4, 15
Passiflora edulis Sims	maracujá	Folhas, flores, frutos e semente	Ação calmante e diurética. Contra indicação: pessoas com hipotensão	tre	C	Nat	3, 4, 15, 18
Piperaceae							
Piper aduncum L.	aperta-ruão	Folhas, frutos e raiz	Ação antiespasmódica, carminativa e tônica; efeitos contra afecções do fígado, vesícula e baço; tratamento contra cercárias	arbu	E	Nat	5, 14, 15
Plantaginaceae							
Plantago major L.	tanchagem	Folhas e sementes	Ação antidiarréica, diurética, anti-inflamatória, analgésica, bactericida, cicatrizante, expectorante e hemostática	her	E	Ex	3, 11, 15
Poaceae							
Cymbopogon citratus (DC.) Stapf	capim-limão	Folhas e raiz	Ação antimicrobiana, calmante e espasmolítica	her	C	Ex	4, 15, 19
Cymbopogon densiflorus (Steud.) Stapf in Oliv.	capim-santo	Folhas	Ação anti-hemorrágica, diurética, calmante e tónica; efeitos no tratamento de afecções brônquicas, asma, epilepsia e reumatismo	sub	C	Ex	24, 25
Cymbopogon winterianus Jowitt ex Bor	citronela	Folhas	Ação acaricida, inseticida, larvicida e repelente de insetos; efeitos no tratamento de gripe, tosse e resfriados	her	C	Ex	15
Portulacaeae							
Portulaca oleraceae L.	onze horas	Folhas e ramos	Ação antibactericida, anti-inflamatória, anti-helmíntica, antipirética, cicatrizante, diurética, emenagoga, emoliente, sudorífera, vermífuga; efeitos contra diabetes, hemoptise e cólicas renais	her	E	Ex	5, 14, 15
Phytolaccaceae							
Petiveria alliacea L.	guiné	Folhas, flores, caule e raiz	Ação antiespasmódica, abortiva, diurética, emenagoga, inseticida, antimalárica, sudorífica; efeitos contra hidropsia e artrite; pode ser tóxica (alta dose - via oral)*	sub	E	Nat	1, 5, 15
Rutaceae							
Citrus aurantium L.	laranja da terra	Folhas, cascas dos frutos e frutos	Ação antigripal, antiespasmódica, calmante, digestiva, diurética, expectorante, hipotensora, sudorífica; efeitos contra indigestão flatulenta, diarreia e tosses intermitentes	arbo	C	Ex	4, 15
Ruta graveolens L.	arruda	Folhas, flores e ramos	Ação antiespasmódica, carminativa, emenagoga e vermífuga; pode ser tóxica* (abortiva)	sub	C	Ex	4, 15, 19, 24
Solanaceae							

Physalis angulata L.	bucho de rã	Folhas e frutos	Ação anti-inflamatória, antifebril, antivomitiva, antiviral (HIV), diurética e estimulante do aparelho geniturinário; efeitos no tratamento de reumatismo crônico e de problemas da bexiga e fígado	her	E	Nat	15
Solanum americanum Mill.	erva-moura	Folhas e frutos	Ação analgésica, anafrodisíaca, cicatrizante, diurética e depurativa; efeitos no tratamento de feridas e úlceras; pode ser tóxica (folhas cruas e frutos verdes)*	sub	E	Nat	3, 4, 5, 15
Solanum cernuum Vell.	panacea	Folhas e raiz	Ação diurética, hemostática, sudorífica e depurativa	arbu	C	Nat	5, 15
Solanum paniculatum L.	jurubeba	Folhas, frutos e sementes	Ação diurética; efeitos em tratamentos, hepáticos, contra hepatite, gastrites crônicas, anemias, febres intermitentes, hidropisia e tumores uterinos	arbu	E	Nat	14, 15, 18
Tropaeolaceae							
Tropaeolum majus L.	capuchinha	Folhas, botões florais e flores	Ação antiescorbútica, antisséptica e expectorante; efeitos no tratamento de afecções pulmonares	her	C	Ex	15
Urticaceae							
Cecropia pachystachya Trécul	embaúba	Folhas e frutos	Ação anti-hipertensiva, anti-inflamatória e diurética	arbo	C	Nat	15
Verbenaceae							
Lippia alba (Mill.) N.E. Br.	erva cidreira	Folhas, ramos e inflorescência	Ação analgésica, ansiolítica, calmante, espasmolítica, expectorante e mucolítica; efeitos contra cólicas	arbu	C	Nat	3, 5, 14, 15, 18
Zingiberaceae							
Alpinia zerumbet (Pers.) B. L. Burtt. & R. M. Sm.	colônia	Folhas, flores e rizoma	Ação calmante e diurética; efeitos no tratamento da hipertensão	her	C	Ex	6, 15
Curcuma longa L.	açafrão	Rizoma	Ação anti-hepatotóxica, anti-hiperlipidêmica, anti-inflamatória, digestiva e aperiente	her	C	Ex	4, 15
Zingiber officinale Roscoe	gengibre	Rizoma	Ação antimicrobiana, anti-inflamatória, antirreumática, antiviral, antitussígena, antitrombose, antialérgica e cardiotônica; efeitos contra asma, bronquite e menorragia	her	C	Ex	3, 4, 6, 15, 19

* 1 = Braga 1960; 2 = Coimbra 1994; 3 = Rudder e Maury 1997; 4 = Gruenwald et al. 2000; 5 = Mors et al. 2000; 6 = Matos 2002; 7 = Alencar et al. 2005; 8 = Gasparri 2005; 9 = Barbastefano et al. 2007; 10 = Pineda 2005; 11 = Oliveira et al. 2007; 12 = Turra et al. 2007; 13 = Buch et al. 2008; 14 = Lorenzi 2008; 15 = Lorenzi e Matos 2008; 16 = Mauro et al. 2008; 17 = Gbolade et al. 2009; 18 = Albertasse et al. 2010; 19 = Oliveira et al. 2010; 20 = Sartor et al. 2010; 21 = Gabbiatti et al. 2011; 22 = Rumzhum et al. 2012; 23 = Aransiola et al. 2014; 24 = Cabral et al. 2014; 25 = Flor e Barbosa 2015;

Um total de 23 plantas presentes na coleção se destacam por estarem incluídas na lista de plantas indicadas para o uso pelo SUS. Dentre as plantas medicinais presentes na coleção, as espécies "anador" (*Justicia pectoralis var. stenophylla* Leonard, Acanthaceae), "erva-de-santa-maria" (*Chenopodium ambrosioides* L., Amaranthaceae), "aroeira" (*Schinus terebinthifolia* Raddi, Anacardiaceae), "babosa" (*Aloe vera* (L.) Burm. F., Asphodelaceae), "mil-folhas" (*Achillea millefolium* L., Asteraceae), "carqueja" (*Baccharis trimera* (Less.) DC., Asteraceae), "picão branco" (*Bidens pilosa var. radiata* J. A. Schimdt, Asteraceae), "guaco" (*Mikania glomerata* Spreng, Asteraceae), "alumã" (*Vernonia condensata* Baker, Asteraceae), "assa-peixe" (*Vernonia polyanthes* Less., Asteraceae), "cana-do-brejo" (*Costus spicatus* Jacq. Sw., Costaceae), "melão

de são caetano" (*Momordica charantia* L., Cucurbitaceae), "peão-roxo" (*Jatropha gossypiifolia* L., Euphorbiaceae), "alfavacão" (*Ocimum gratissimum* L., Lamiaceae), "boldo brasileiro" (*Plectranthus barbatus* Andrews, Lamiaceae), "maracujá-doce" (*Passiflora alata* Curtis, Passifloraceae), "maracujá" (*Passiflora edulis* Sims, Passifloraceae), "tanchagem" (*Plantago major* L., Plantaginaceae), "arruda" (*Ruta graveolens* L., Rutaceae), "jurubeba" (*Solanum paniculatum* L., Solanaceae), "colônia" (*Alpinia zerumbet* Pers. B. L. Burtt. & R. M. Sm., Zingiberaceae), "açafrão" (*Curcuma longa* L., Zingiberaceae) e "gengibre" (*Zingiber officinale* Roscoe, Zingiberaceae) são liberadas para utilização no SUS (Brasil, 2017) e correspondem a 30,67% das espécies presentes na coleção de plantas medicinais do JB/UFRRJ.

O Brasil é um país detentor de uma extensa área territorial e da mais rica flora do planeta. É bem provável que das cerca de 200.000 espécies vegetais que possam existir no Brasil, metade delas apresente potenciais terapêuticos (PAES, 2004). Contudo, segundo Ducke (1949), não se poderá obter o conhecimento perfeito da flora, sem uma nomenclatura que evite a confusão das espécies. A utilização de espaços para a criação e desenvolvimento de estudos relacionados às plantas medicinais, somado com o papel de aproximação da sociedade com o conhecimento desenvolvido, fazem dos Jardins Botânicos não só áreas de preservação e de conhecimento da biodiversidade, mas também de acesso à informação e saber da comunidade que o cerca. O Jardim Botânico da UFRRJ possui uma expressiva coleção de plantas vivas com propriedades medicinais, dados este que corroboram com Miranda e Colombini (2009), e contribuem com os estudos referentes à identificação destas, mantendo o espaço para o desenvolvimento de pesquisas acadêmicas e trabalhos sociais.

4.3 AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE INIBITÓRIA DO EXTRATO HIDROALCOÓLICO DA ESPÉCIE PSYCHOTRIA NUDA (RUBIACEAE) SOBRE A FENOLOXIDASE TIROSINASE

Daniel V. Figueiredo, Keila Cristine B. S. Sardinha & Márcia Cristina C. de Oliveira

4.3.1 Resumo

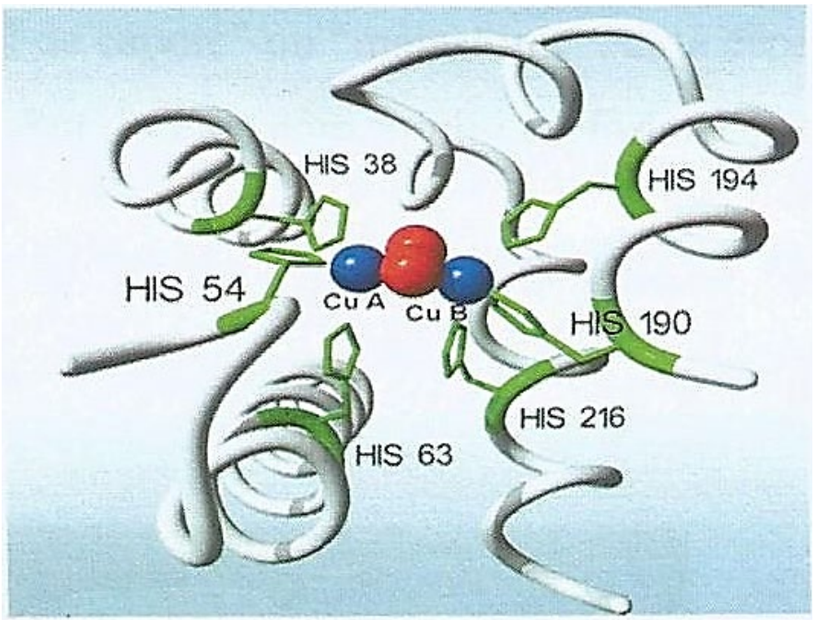
A presente pesquisa analisou a atividade inibitória do extrato hidroalcoólico de *Psychotria nuda*, família Rubiaceae, frente a fenoloxidase tirosinase. Essa enzima é responsável pela síntese da melanina, tendo na etapa inicial a oxidação da tirosina com produção de L-dihidroxifenilalanina, a qual é oxidada pela tirosinase levando a formação da dopacromona. Esta fenoloxidase tem sido alvo de muitos estudos ligados à área da medicina e cosmetologia, pois a mesma está relacionada a problemas como câncer de pele do tipo melanoma além dos processos de hiper e hipopigmentação. Vários compostos sintéticos atuam como inibidores da tirosinase, mas apenas alguns destes são usados como agentes de inibição, devido a questões de toxicidade. Essa limitação leva a busca de inibidores de origem vegetal, visto que as plantas constituem uma fonte rica de produtos químicos bioativos e muitos deles, são em grande parte, livres de efeitos adversos. Além do ensaio enzimático, este trabalho consiste no isolamento e identificação de metabólitos da espécie *Psichotria nuda*, os quais possam ser responsáveis pela inibição da enzima tirosinase. O ensaio frente a enzima tirosinase do extrato hidrometanólico de *Psychotria nuda* apresentou uma inibição de 44% da capacidade oxidante da enzima na maior concentração testada (1 $mg.mL^{-1}$), mas o tratamento desse extrato por partição líquido-líquido forneceu a fração aquosa a qual apresentou melhor potencial inibitório frente a enzima tirosinase. Essa fração foi submetida a técnicas cromatográficas, fornecendo frações ativas frente a enzima, tendo como destaque a fração PNFAq 9 (IC_{50}= 0.18 $mg.mL^{-1}$). Desta fração foram isolados e identificados os açúcares α-D-glicose, β-D-glicose e β-D-altrofuranose, corroborando com relatos na literatura que indicam a capacidade de substâncias glicosiladas em inibir a enzima tirosinase.

Palavras Chaves: *Psychotria*. Rubiaceae. Tirosinase.

4.3.2 Introdução

A biossíntese de melanina ocorre através de uma via complexa que funciona em melanócitos, dentro de orgãos lisossomeráveis, chamados melanosomas. Os melanosomas são transferidos através de dendritos para os queratinócitos circundantes, onde eles desempenham papéis críticos na proteção do DNA contra danos UV e determinação da cor da pele humana (COSTING; HEARING, 2007; YAMAGUCHI et al., 2006). A síntese de melanina é controlada por enzimas melanosomas importantes, como a tirosinase, a proteína 1 relacionada à tirosinase (TRP-1) e a proteína 2 relacionada à tirosinase (TRP-2 / DOPA cromo tautomerase) (JIMENEZ-CERVANTES et al., 1994). A tirosinase é uma enzima limitante de taxa para a síntese de melanina que catalisa diretamente a L-tirosina em L-3,4-dihidroxifenilalanina (L-DOPA). Posteriormente, a tirosinase converte rapidamente L-DOPA em L-dopaquinone, que sofre várias reações para eventualmente formar melanina (SILVÉRIO et al., 2013). A melanina é responsável não apenas em definir importantes características fenotípicas humanas, como cor dos olhos, cabelo e pele, mas também possui importante papel na fotoproteção, isso se dá devido à sua capacidade de absorver a radiação ultravioleta (VIDEIRA et al., 2013).

Figura 84 - Resíduo protéico da fenoloxidase tirosinase.



Fonte: (SOARES, 2014).

A enzima tirosinase, além de catalisar as duas primeiras etapas em melanogênese de mamíferos, ela também é responsável por reações de escurecimento enzimático em frutos danificados durante o manuseio e processamento pós-colheita. A hiperpigmentação na pele e o escurecimento em frutos são processos indesejáveis, logo, estes fenômenos têm incentivado pesquisadores a buscar novos inibidores da enzima tirosinase para uso na indústria alimentícia e de cosméticos (CHANG, 2009).

A atividade da tirosinase é avaliada em termos de formação de dopacromo, havendo vários mecanismos que permitem a inibição da atividade da enzima. Entre eles, temos agentes que causam a redução química da dopaquinona, como por exemplo, o ácido ascórbico. Outra possibilidade corresponde aos substratos alternativos desta enzima, como alguns compostos fenólicos, que ao mostrarem uma boa afinidade pela mesma, impedem a formação da dopaquinona.

Outra classe de inibidores da enzima tirosinase são os inativadores inespecíficos e

específicos. Os inibidores inespecíficos são substâncias ácidas ou básicas, que não desnaturam especificamente a enzima, mas inibem sua atividade, já os inativadores específicos, também conhecidos como substratos suicidas, por estarem baseados no mecanismo, podem ser catalisados pela tirosinase e formar uma ligação covalente com a enzima, inativando-a irreversivelmente durante a reação catalítica.

Entre os tipos de compostos acima descritos, apenas inativadores e inibidores específicos da enzima tirosinase são considerados "inibidores de verdade", que se ligam à enzima e inibem sua atividade. De maneira geral, os demais inibidores apresentam apenas atividade inibitória fraca (CHANG, 2009). Essas informações são de extrema importância, já que auxilia a traçar o perfil de uma substância que possa ter potencial como um "inibidor de verdade".

Vários compostos naturais e sintéticos atuando como inibidores da tirosinase estão descritos na literatura, mas apenas alguns deles são usados como agentes inibidores, devido a questões de segurança. Os compostos orgânicos arbutina (hidroquinina-β-D-glicopiranosideo) e o ácido kójico (Figura 85), estavam entre os mais populares inibidores de tirosinase, mas estudos revelaram que essas substâncias apresentam efeitos secundários graves, o que levou a limitação do seu uso em humanos (SILVÉRIO et al., 2013).

Figura 85 - Fórmulas estruturais dos principais inibidores orgânicos da enzima tirosinase.

Sendo assim, a procura de inibidores de tirosinase a partir de plantas tem crescido pelos pesquisadores, visto que as plantas constituem uma fonte rica de produtos químicos bioativos e muitos deles são em grande parte livre de efeitos adversos (WU et al., 2015).

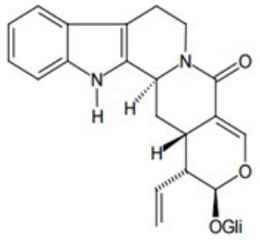
A espécie vegetal *Psychotria nuda* (Cham. & Schltdl.) Wawra é uma planta da família Rubiaceae, nativa do Brasil e se encontra amplamente distribuída pela Mata Atlântica das regiões Sul e Sudeste. Constitui-se por um arbusto cujos ramos possuem folhas opostas e flores amarelas com cálice vermelho, já os frutos possuem coloração azul anil, (SALGADO, 2013) como demonstrado na Figura 86. Este contraste de cores favorece potencialmente sua utilização ornamental (FERREIRA, 2013).

Figura 86 - Flor e fruto de Psychotria nuda

Fonte: (https://sites.google.com/site/biodiversidadecatarinense).

Estudos fitoquímicos da espécie *P. nuda* informam a presença do alcalóide indol monoterpênico estrictosamida demonstrada na Figura 87 (SOUZA et al., 2013). Esse alcalóide mostrou capacidade inibitória as formas promastigotas de *Leishmania amazonensis* com valor de CI_{50} de 40.7 $\mu g.mL^{-1}$ (KATO et al., 2012).

Figura 87 - Estrutura química do alcalóide estrictosamida.



Fonte: (FARIA, 2006).

Essa pesquisa teve como objetivo contribuir para o conhecimento da composição química do extrato hidroalcoólico e sua frações obtidos da espécie *Psychotria nuda* e somado a isso, avaliar o potencial de inibição tanto do extrato bruto quanto de suas frações sobre a enzima tirosinase.

4.3.3 Material e métodos

Os extratos e frações foram preparados utilizando solventes VETEC grau P.A e concentrados a pressão reduzida em evaporador rotativo FISATOM 802; as leituras de absorvância dos ensaios enzimático foram realizadas em espectrofotômetro BUNKER – RDL80255; os espectros de infravermelho e RMN para determinação estrutural dos metabólitos isolados foram adquiridos em aparelho Perkim-Elmer – Modelo 1600 e Brucker AVANCE - 400MHz; já os cromatogramas de CG-EM em aparelho Varian - Modelo Saturn 2000.

Uma amostra do material vegetal foi coletada na reserva de Mata Atlântica em Paracambi. As folhas e caules foram separados e secos em estufa a 50ºC, em seguida triturados em liquidificador caseiro (120g). Esse material foi submetido à maceração em sistema de solvente MeOH:$H_2$0 (20%). O extrato macerado foi concentrado em rotavapor, obtendo 10.0 g do extrato bruto seco. Deste extrato, foram submetidos 5.0 g à partição líquido-líquido sendo a fase aquosa formada pelo sistema MeOH:H_2O e as fases orgânicas clorofórmio e acetato de etila. Sendo assim, foram obtidas quatro amostras testes: extrato bruto hidrometanólico, a fração aquosa, fração em clorofórmio e fração em acetato de etila.

O fracionamento da fração aquosa obtida após a partição líquido-líquido consiste na separação de misturas por diferença de polaridade, sendo a fase móvel menos polar do que a fase estacionária, de forma que a polaridade do eluente aumenta gradativamente. Esse fracionamento foi realizado em coluna aberta revestida de sílica e eluída com sistema de solvente, clorofórmio, clorofórmio:acetato de etila, acetato de etila, acetato de etila:etanol e etanol. Todas as frações obtidas da coluna e dos refracionamentos realizados foram analisadas em cromatografia em camada delgada analítica, reveladas através da luz ultravioleta nos comprimentos de onda 254 nm e 365 nm. sendo reunidas as que apresentaram mesmo comportamento cromatográfico.

O ensaio com a enzima tirosinase consiste primeiramente em preparar as soluções estoque que serão utilizadas para o teste. Essas soluções são preparadas em solvente DMSO a concentração de 10.0 mg.mL^{-1}. A partir destas, são preparadas soluções teste, que consistem na adição de diferentes volumes da solução estoque a um meio reacional contendo L-DOPA (0,17 mmol L$^{-1)}$, EDTA (0,022 mmol L^{-1}), enzima tirosinase (50-100 unidades) e PBS (50 mmol L^{-1}, pH 7). As soluções preparadas, juntamente com uma amostra branco, onde a amostra teste não é adicionada, são lidas em espectrofotômetro de UV-VIS no comprimento de onda de 475 nm. São feitas duas leituras: uma no T_0, ou seja, no momento da adição da enzima à solução; e uma em T_{30}, 30 minutos após a adição da enzima, que é o tempo necessário para medir a absorção referente da formação de dopaquinona.

As absorvâncias obtidas são convertidas em porcentagem de inibição (% inib) através da seguinte fórmula:

$$\% \text{ inib} = \{[(B_{30} - B_0) - (Am_{30} - Am_0)] / (B_{30} - B_0)\} \times 100 \qquad (1)$$

Onde B_0, B_{30}, Am_0, Am_{30} representam respectivamente: absorvância do branco em T_0, absorvância do branco em T_{30}, absorvância da amostra em T_0 e absorvância da amostra em T_{30}.

O gráfico de cinética foi obtido pelo mesmo procedimento, contudo as leituras no espectrofotômetro foram realizadas a partir do tempo zero e a cada dez minutos durante uma hora.

A análise estatística foi realizada usando sistema ANOVA, o qual faz parte do programa Origin 8.0, com os dados obtidos após três repetições independentes.

4.3.4 Resultados

O extrato hidrometanólico de *Psychotria nuda* foi testado com enzima tirosinase na concentração de 1mg.mL^{-1} e apresentou 44% de inibição da capacidade oxidante da enzima tirosinase.

Desse extrato, foram obtidas frações após a partição líquido-líquido (clorofórmio, acetato de etila e aquosa) as quais foram testadas sobre a enzima tirosinase para analisar seu comportamento inibitório e comparar com a percentual obtido ao analisar o extrato bruto hidrometanólico. Os resultados estão dispostos na Tabela 42.

Tabela 42 - Percentual de inibição das frações obtidas por partição líquido-líquido do extrato hidrometanólico de *Psychotria nuda*.

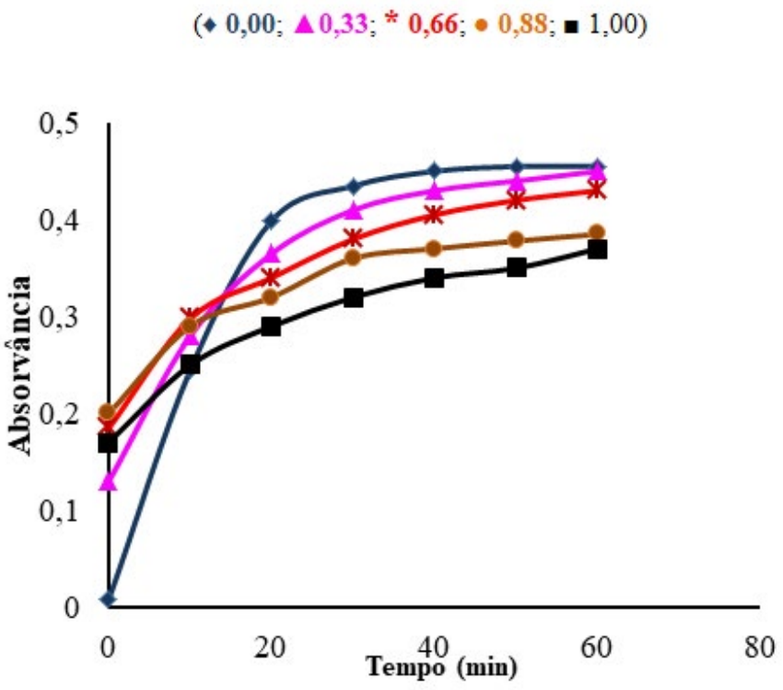
Fração (1 mg.mL^{-1})	**% inibição**
Clorofórmio	17
Acetato de etila	45
Aquosa	52

Como fração, aquosa por apresentar maior porcentagem de inibição, foi submetida a análise em outras concentrações com o objetivo de determinar a concentração responsável por inibir 50% da função enzimática, além de avaliar o tempo de permanência do poder inibitória frente a enzima tirosinase através do gráfico tempo x concentração do inibidor. Os resultados estão representados na Tabela 43 e na Figura 88.

Tabela 43 - % de inibição da fração aquosa obtida por partição líquido-líquido do extrato hidrometanólico de *Psychotria nuda*.

Concentração (mg.mL^{-1})	% inibição
1.00	51
0.83	46
0.66	40
0.50	24
0.33	18
0.16	18

Figura 88 - Gráfico da cinética referente a reação de oxidação da L-Dopa pela enzima tirosinase para formação de dopaquinona, na ausência e presença da fração aquosa obtida do extrato hidrometanólico de *Psychotria nuda* em diferentes concentrações



A fração aquosa, por ter sido mais promissora frente o poder de inibir a ação da tirosinase sobre o substrato L-DOPA, foi fracionada em coluna cromatográfica de fase normal, obtendo treze frações. Todas foram secas e pesadas e as que forneceram quantidade em massa suficiente para análise, ou seja, maior ou igual a 100.0 mg, passaram por um teste frente a enzima. As amostras testadas foram: PNFAq 6, PNFAq 7, PNFAq 8, PNFAq 9, PNFAq 10 e PNFAq 11.

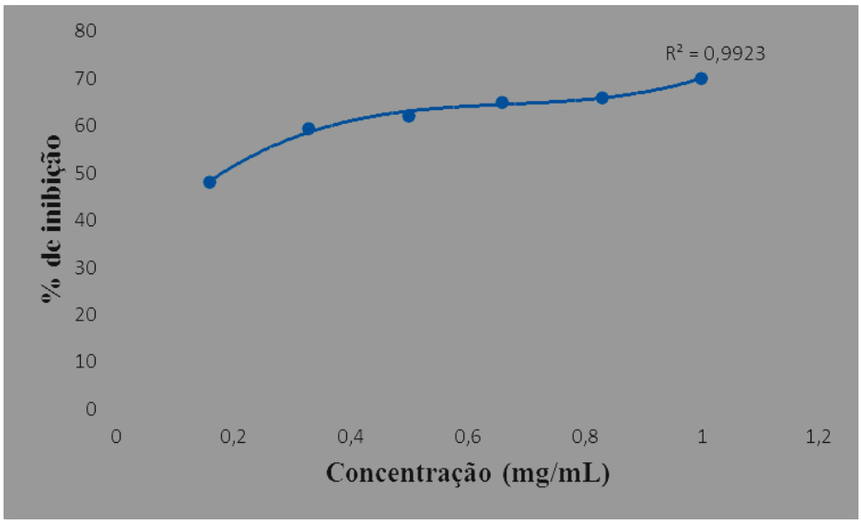
Essas amostras foram analisadas em diferentes concentrações frente a enzima tirosinase com o objetivo de estudar a variação inibitória de cada amostra. Os resultados obtidos estão descritos nas Tabelas 44 a 49.

Tabela 44 - Percentual de inibição das frações PNFAq 6 a 11 obtida da coluna cromatográfica da fração aquosa de *Psychotria nuda*.

Concentração (mg.mL^{-1})	% inibição das PNFAq					
	6	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**
1.00	72	53	46	70	65	33
0.66	47	41	44	66	64	27
0.50	30	35	37	65	58	13
0.33	26	31	26	62	50	8
0.16	23	28	20	60	41	8
0.08	4	14	14	48	29	2

Para determinar a IC_{50} da fração **PNFAq 9** foi obtido o gráfico com função polinomial 3 representado na Figura 89.

Figura 89 - Gráfico de % inibição de PNFAq 9 em diferentes concentrações frente a enzima tirosinase.



Esses resultados levaram ao refracionamento em coluna cromatográfica da fração **PNFAq 9**, com o objetivo de encontrar os metabólitos responsáveis por estas atividades antioxidante. Desse refracionamento em coluna aberta em sílica gel foram obtidas duas frações (PNFAq 9/1; PNFAq 9/2). Estas amostras foram encaminhadas para análise em RMN de H^1 e C^{13} e análise dos espectros revelou mistura de açúcares nas duas frações.

4.3.5 Discussão

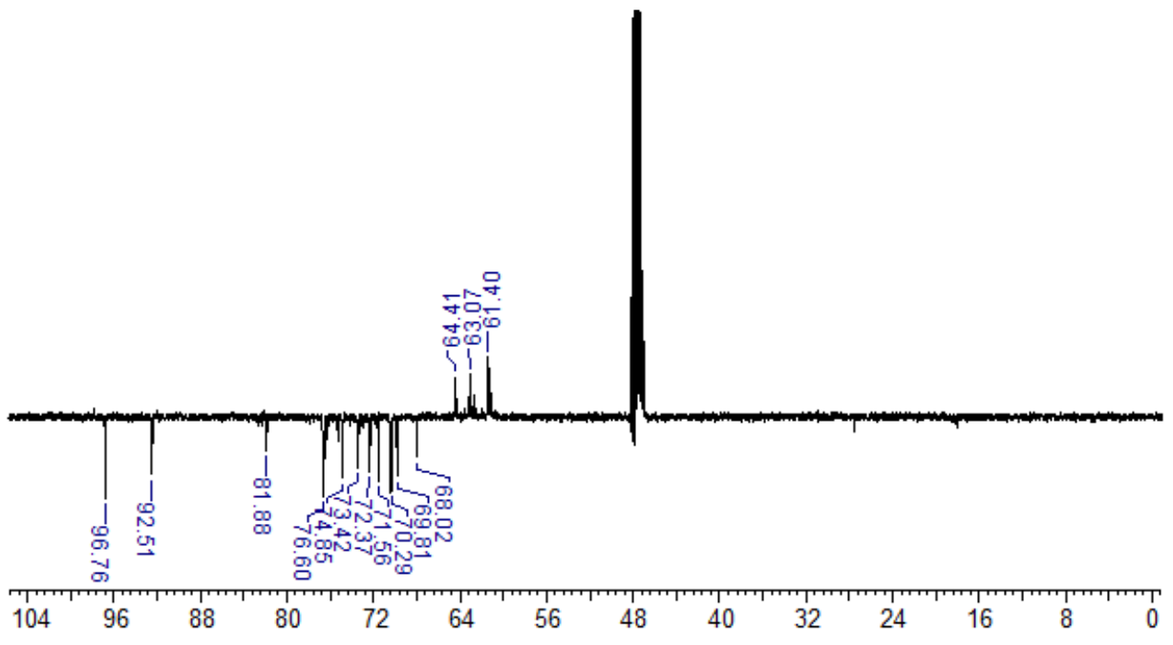
O resultado obtido inicialmente do teste frente a enzima tirosinase do extrato hidrometanólico de *Psychotria nuda* não foi satisfatório, inibindo apenas 44% da capacidade oxidante da enzima, mas o tratamento desse extrato por partição líquido-líquido e técnicas cromatográficas, forneceu frações que apresentaram melhores potenciais inibitórios. A fração aquosa apresentou 51% de inibição na concentração máxima testada (1 $mg.mL^{-1}$) e a capacidade inibitória se manteve constante após trinta minutos de análise.

As frações **PNFAq 6**, **PNFAq 9** e **PNFAq 10** foram as que apresentaram melhores resultados, sendo que a frações **PNFAq 9** manteve boas porcentagens dos efeitos inibitórios nas menores concentrações. Já que enzimas não apresentam comportamento linear durante os testes que avaliam sua atividade, uma vez que cada alíquota pode apresentar uma pequena diferença no número de unidades de enzima, a fração **PNFAq 9** que apresentou melhor eficácia em inibir a ação da enzima tirosinase teve seu IC_{50} determinado pela curva com função polinomial 3 a qual apresentou R^2 satisfatório e um valor de IC_{50}= 0.18 $mg.mL^{-1}$.

A análise em RMN H^1 e C^{13} para PNFAq 9/1 revelou a mistura dos açúcares α-D-glicose, β-D-glicose e β-D-altrofuranose. A determinação estrutural foi possível devido à presença dos sinais característicos em δ_C 92,5 ppm (C-1, α-D-glicose); δ_C 96,7 ppm (C-1, β-D-glicose) e δ_C 81,8 ppm (C-4, β-D-altrofuranose). Além disso, os sinais na região entre δ_H 3,2 e 4,0 caracterizam presença de açúcar. Analisando o espectro bidimensional HMQC se confirma a proposta da mistura dos açúcares citados; para α-D-glicose (C_1/H_1 δ_C 92,5 e δ_H 5,1 ppm), para β-D-glicose

(C_1/H_1 δ_C 96,7 e δ_H 4,5 ppm) e para β-D-altrofuranose (C_1/H_1 δ_C 81,8 e δ_H 4,8 ppm) (Figura 90).

Figura 90 - Espectro de DEPTQ (125 MHz, metanol-d_6) da fração PNFAq 9/1.



Nas Tabelas 4, 5 e 6, estão representados os valores dos deslocamentos químicos de C^{13} dos monossacarídeos α- e β-D-glicose (Figura 91) e β-D-altrofuranose (Figura 92) e estes foram relacionados aos seus respectivos carbonos segundo a literatura.

Tabela 45 - Valores respectivos de cada carbono do açúcar α-D-glicose pela análise em RMN C^{13} da amostra PNFAq 9/1 (DUQUESNOY et al. 2008).

Carbono Correspondente	**Literatura C^{13} (δ ppm)**	**Amostra C^{13}(δ ppm)**
1	93,2	92,5
2	72,9	72,3
3	74,0	73,4
4	71,0	70,2
5	72,6	71,6
6	61,9	61,4

Tabela 46 - Valores respectivos de cada carbono do açúcar b-D-glicose pela análise em RMN C13 da amostra PNFAq 9/1 (DUQUESNOY et al. 2008).

Carbono Correspondente	Literatura C13 (δ ppm)	Amostra C13 (δ ppm)
1	97,3	96,7
2	75,6	74,8
3	77,2	76,6
4	70,9	70,4
5	77,1	76,6
6	62,0	63,0

Tabela 47 - Valores respectivos de cada carbono do açúcar β-D-altrofuranose pela análise em RMN C^{13} da amostra PNFAq 9/1 (TAKO et al. 2013).

Carbono Correspondente	Literatura C^{13}(δ ppm)	Amostra C^{13}(δ ppm)
1	95.4	96.7
2	77.0	76.3
3	74.2	74.8
4	84.6	81.8
5	68.1	68.0
6	20.2	64.4

Figura 91 - Estrutura química dos glicosídeos α-e β-D-glicose.

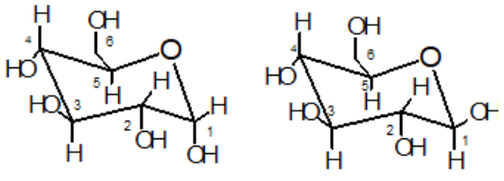
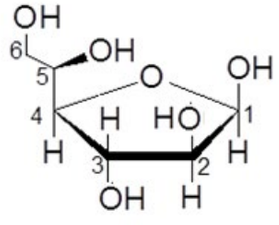


Figura 92 - Estrutura do furanosídeo β-D-altrofuranose.



Os valores da literatura representados na Tabela 47 são referentes ao açúcar deoxi-altrose, onde C6 é um carbono metílico, sendo seu deslocamento químico em 20 ppm. No açúcar β-D-altrofuranose, o qual foi determinado, há uma hidroxila ligada a esse mesmo carbono, causando aumento do deslocamento para 64 ppm.

Para PNFAq 9/2 análise por RMN H^1 e C^{13}, também mostrou a presença dos açúcares α-D-glicose e β-D-glicose em sua composição.

Os resultados mostram que a mistura desses açúcares pode ser responsável pela capacidade da fração **PNFAq 9** em inibir a ação da fenoloxidase tirosinase sobre o substrato L-DOPA.

4.4 EFICÁCIA DE PLANTAS MEDICINAIS NO CONTROLE DO CARRAPATO RHIPICEPHALUS (BOOPHILUS) MICROPLUS

Delci de Deus Nepomuceno (*In memorian*), Olivia Zen Gianfrancisco, João Carlos de Carvalho Almeida & Argemiro Sanavria

4.4.1 Resumo

A pesquisa foi desenvolvida no Departamento de Epidemiologia e Saúde Pública, Instituto de Veterinária, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, município de Seropédica, estado do Rio de Janeiro, no período de 2010 a 2012. O objetivo foi testar *in vitro* a eficácia das plantas medicinais *Cordia verbenacea* DC. (Erva baleeira), *Cymbopogon citratus* (DC. ex Nees) Stapf (Capim limão), *Furcraea foetida* (L.) Haw. (Pita), *Mentha arvensis* L. (Menta), *Ocimum gratissimum* L. (Alfavaca) e *Schinus terebinthifolius* Raddi (Aroeira), como meios alternativos para o controle do carrapato *Rhipicephalus* (*Boophilus*) *microplus* (Canestrini, 1887), um sério problema que afeta a criação e desempenho de bovinos, ocasionando perdas na produção de leite e carne, enfraquecimento generalizado, reações inflamatórias com consequentes infecções secundárias e morte, devido à transmissão dos hemoparasitos *Babesia bigemina*, *Babesia bovis* e *Anaplasma marginale*, agentes do complexo tristeza parasitária bovina. As metodologias utilizadas foram preconizadas por Drummond et al. (1973), para o teste *in vitro* de imersão das fêmeas totalmente ingurgitadas, e por Chagas et al. (2002), para o teste *in vitro* de papel impregnado para larvas. Os resultados evidenciaram em certos momentos, de acordo com a planta e concentração utilizada, altas taxas na mortalidade das larvas e na inibição dos parâmetros reprodutivos das fêmeas totalmente ingurgitadas, com valores atingindo 100,00% de eficácia. As plantas medicinais usadas nesta pesquisa, demonstraram algumas vezes superioridade frente ao produto tradicional e valores superiores aos preconizados por órgãos governamentais como indicativos de eficácia.

Palavras-chave: Controle biológico. Plantas medicinais. *Rhipicephalus* (*Boophilus*) *microplus*. Teste *in vitro*.

4.4.2 Introdução

O *Rhipicephalus* (*Boophilus*) *microplus* (CANESTRINI, 1887) (Acari: Ixodidae), anteriormente denominado *Boophilus microplus*, teve sua reclassificação organizada por Murrell e Barker, em 2003, com base em análises moleculares e morfológicas, que incluíram esse carrapato como pertencente ao gênero *Rhipicephalus* e subgênero *Boophilus*. Com origem na Ásia, presentemente se distribui pela Austrália, América Central, América do Sul, África e Oceania, onde é incriminado como principal ectoparasito afetando a pecuária (JONSSON et al., 2000; VAZ JUNIOR; MASUDA, 2012).

No Brasil é considerado o mais importante ectoparasito dos bovinos, causando inúmeros prejuízos, principalmente pela sua ação espoliativa, com a fêmea consumindo de 0,5 a 3 mL de sangue durante seu ciclo de vida (LÁZARO et al., 2012). Outros danos se referem às lesões na pele, com subsequente aparecimento de infecções secundárias, diminuição de peso, redução da produção de leite, queda da natalidade, aumento dos custos de mão de obra e materiais, e mortalidade dos bovinos devido à transmissão dos hemoparasitos *Babesia bigemina*, *Babesia bovis* e *Anaplasma marginale*, agentes do complexo tristeza parasitária bovina (TRINDADE et al., 2011). Grisi et al. (2014) informa que as perdas econômicas no Brasil causadas pelo *Rhipicephalus* (*B.*) *microplus* em bovinos, são estimadas em $ 3,24 bilhões de dólares anuais.

A principal forma de controle deste ectoparasito é através de carrapaticidas químicos, porém a utilização em larga escala destes produtos químicos comerciais para controle de ectoparasitas pode acarretar malefícios aos organismos parasitados, ao homem, que consome os produtos de origem animal e ao ambiente, além de selecionar gerações de carrapatos resistentes aos produtos químicos (KLAFKE et al., 2006). Atualmente existe uma concordância entre o meio científico, produtores e criadores, que produtos químicos administrados a animais aumentam sua predisposição às doenças (COSTA et al., 2009; SOBRAL, 2010).

Fugindo dos meios tradicionais, principalmente da administração de bases químicas, novas alternativas têm surgido para o controle desse parasito, e nesse caso, destaca-se a utilização de plantas da "medicina popular". A fitoterapia surge para promover esse controle, ofertando aos criadores uma metodologia limpa, com proposta de eliminar resíduos e diminuir os males ocasionados ao animal, homem e ambiente.

A fitoterapia, como medicamento com finalidade profilática, curativa, paliativa e fins de diagnóstico, teve sua recomendação pela Organização Mundial da Saúde, a partir de 1978. Essa terapia é pouco implantada no mercado veterinário brasileiro, onde apenas 1% do valor movimentado pelo segmento fitoterápico é voltado para esse setor (OMS, 2002; MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006).

Dessa forma, procurando inserir uma alternativa natural, recomendada e pouco utilizada no mercado das drogas antiparasitárias, elaboramos essa investigação, cujo objetivo foi avaliar a eficácia *in vitro* das plantas medicinais *Cordia verbenacea* DC. (Erva baleeira), *Cymbopogon citratus* (DC. ex Nees) Stapf (Capim limão), *Furcraea foetida* (L.) Haw. (Pita), *Mentha arvensis* L. (Menta), *Ocimum gratissimum* L. (Alfavaca) e *Schinus terebinthifolius* Raddi (Aroeira), como instrumentos de controle do carrapato do boi, *R.* (*B.*) *microplus*, e prática de saúde para todo um ecossistema.

Nesta pesquisa serão apresentados dados sobre a utilização dessas plantas medicinais, que devido ao seu estudo laboratorial, demonstraram eficácia ou não diante do parasitismo implementado pelo *R.* (*B.*) *microplus*, sendo então, oferecidos ao meio científico, profissionais da área e criadores, esses produtos naturais, que poderão fazer frente aos químicos utilizados, e que após trabalhos futuros, principalmente aqueles realizados a campo, poderão ser implantados em fazendas, estabelecimentos e propriedades, servindo de controle para esse patógeno, e livre de resistência e substâncias químicas, que tantos malefícios tem ocasionado.

4.4.3 Material e métodos

Todo o ensaio experimental foi realizado no laboratório do Departamento de Epidemiologia e Saúde Pública, Instituto de Veterinária, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), localizado no município de Seropédica, estado do Rio de Janeiro, no período de 2010 a 2012. Os exemplares de *R.* (*B.*) *microplus* (fêmeas totalmente ingurgitadas) utilizados na pesquisa foram obtidos naturalmente de bovinos de propriedades rurais do município de Seropédica, não tendo sido os mesmos tratados previamente com acaricidas químicos. As plantas medicinais estudadas foram *Cordia verbenacea* DC. (Erva baleeira), *Cymbopogon citratus* (DC. ex Nees) Stapf (Capim limão), *Furcraea foetida* (L.) Haw. (Pita), *Mentha arvensis* L. (Menta), *Ocimum gratissimum* L. (Alfavaca), *Schinus terebinthifolius* Raddi (Aroeira); todas tiveram *a priori* sua eficácia antiparasitária levantada em trabalhos científicos dispostos na literatura consultada, e a seguir suas amostras foram obtidas em estabelecimentos comerciais, em jardins de plantas medicinais, na Fazendinha Agroecológica da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA-Seropédica-RJ) e no Jardim Botânico da UFRRJ.

Os óleos essenciais de folhas de *Cordia verbenácea, Cymbopogon citratus*, *Mentha arvensis*, *Ocimum gratissimum* utilizados no presente estudo foram extraído através da técnica de arraste por vapor d'água, descrita por Koketsu e Gonçalves (1991). Seguindo este método, o vapor foi obtido através do aquecimento da água, e a seguir, injetado em um destilador, contendo a matéria-prima. Na saída deste destilador foram colocados um condensador e um funil de separação. O vapor após passar pela matéria-prima, foi condensado pelo resfriamento da água à temperatura ambiente, sendo depositado, por diferença de densidade, no funil de separação, junto com o óleo essencial extraído (PINHEIRO POVH, 2000; WATANABE et al., 2006).

Em todos os casos, o óleo essencial foi testado através de metodologia adaptada de Chagas et al. (2002), onde aproximadamente 100 larvas foram colocadas entre papéis de filtro de 6 x 6 cm impregnados pelo óleo, os quais foram colocados em envelopes de papel de filtro e mantidos em estufa climatizada a 27ºC com umidade relativa superior a 70%.

A seguir são apresentadas particularidades metodológicas utilizadas para cada espécie:

a) Cordia verbenacea DC. (Erva baleeira)

Nesse experimento foi utilizado o teste *in vitro* de papel impregnado para larvas, que constou de três grupos naturais (2,5; 10 e 20 mg/mL) e de um grupo controle negativo (Tween 80 a 20 mg/mL e água destilada). A preparação do óleo foi realizada nas concentrações de 2,5; 10 e 20 mg/mL, sendo o óleo emulsificado com Tween 80 a 20 mg/mL, e tendo como veículo água destilada.

Foram utilizadas larvas com 14 a 21 dias de idade após a eclosão, provenientes de fêmeas totalmente ingurgitadas, naturalmente obtidas, que foram acondicionadas em placas de Petri e armazenadas em estufa climatizada a 27ºC com umidade relativa superior a 70%, pelos 10 primeiros dias de oviposição; após esse tempo foram descartadas e os ovos foram acondicionados em seringas fechadas com algodão hidrófilo, para aguardar a eclosão e obtenção das larvas. A antissepsia das fêmeas foi realizada com imersão em hipoclorito de sódio a 1% durante 60 segundos, e posterior lavagem com água destilada.

A leitura foi realizada após 48 h, contando-se as larvas vivas e mortas com uma bomba a vácuo. Foram utilizados oito envelopes para cada tratamento determinado.

b) *Cymbopogon citratus* (DC. ex Nees) Stapf (Capim limão)

Foram coletadas fêmeas totalmente ingurgitadas de *R.* (*B.*) *microplus* provenientes de bovinos naturalmente infestados e sem tratamento prévio. Após a coleta, as fêmeas foram encaminhadas ao laboratório, onde foram imersas em hipoclorito de sódio a 1% durante 60 segundos, e posteriormente lavadas com água destilada, secas e pesadas individualmente em balança eletrônica de precisão FA-2104N.

Nesse experimento foram realizados dois testes: 1) teste *in vitro* de imersão das fêmeas totalmente ingurgitadas e 2) teste *in vitro* com papel impregnado para larvas.

Para o teste *in vitro* de imersão das fêmeas totalmente ingurgitadas, seguiu-se a metodologia de Drummond et al. (1973). Aqui a preparação do óleo foi realizada nas concentrações de 20, 30, 40 e 50 mg/mL, sendo esse óleo emulsificado com Tween 80 a 20 mg/mL, tendo como veículo água destilada. O teste ainda teve um grupo controle positivo com Cipermetrina 5%, e um grupo controle negativo com água destilada.

As fêmeas foram pesadas e dispostas em 12 grupos randomizados contendo oito indivíduos cada. O número de grupos refere-se aos seis tratamentos e mais uma repetição cada, totalizando 96 fêmeas. As fêmeas foram imersas por cinco minutos em seus respectivos tratamentos, tendo sido estabelecido o volume de 40 mL por tratamento. O excesso do produto foi retirado e as fêmeas foram acondicionadas em placas de Petri, sendo mantidas em estufa climatizada a 27ºC com umidade relativa superior a 70%, durante todo período de oviposição.

A partir da incubação, as fêmeas dos respectivos tratamentos foram analisadas diariamente, sendo mensurado o peso da massa de ovos de cada fêmea, até o término da postura.

Para o teste *in vitro* com papel impregnado, foram utilizadas larvas com 14 a 21 dias de idade após a eclosão. A preparação do óleo foi realizada nas concentrações de 2,5; 5; 10; 15 e 20 mg/mL, sendo este óleo emulsificado com Tween 80 a 20 mg/mL, tendo como veículo água destilada. Nesse teste utilizou-se também um grupo controle negativo, com água destilada, e dois grupos controles positivos: Cipermetrina 5%, com contagem das larvas após 24 h, e associação de Diclorvós 60% e Clorpirifós 20%, com contagem das larvas após 48 h.

As fêmeas totalmente ingurgitadas foram acondicionadas em placas de Petri e armazenadas em estufa climatizada a 27ºC com umidade relativa superior a 70%, pelos 10 primeiros dias de oviposição; após esse tempo foram descartadas e os ovos foram acondicionados em seringas fechadas com algodão hidrófilo, para aguardar a eclosão e obtenção das larvas.

A leitura foi realizada após 24 h e 48 h, contando-se as larvas vivas com uma bomba à vácuo. Foram utilizados seis envelopes para cada tratamento determinado.

c) *Furcraea foetida* (L.) Haw. (Pita)

As folhas de *F. foetida* foram coletadas e levadas à estufa de circulação de ar forçada, desidratadas a 40°C, e em seguida moídas, em um moinho de facas. 500 gramas das folhas moídas foram imersas em 1000 mL de álcool etílico hidratado 92,8° e deixado em repouso por 24 horas. A solução foi filtrada, restando 900 mL de líquido, que foi levado ao destilador rotativo para concentrar o óleo e retirar o álcool etílico, resultando em 250 mL de óleo essencial, o qual foi armazenado sob refrigeração até o momento de sua utilização.

Foram coletadas fêmeas totalmente ingurgitadas de *R.* (*B.*) *microplus* provenientes de bovinos naturalmente infestados e sem tratamento prévio. Após a coleta, as teleóginas foram encaminhadas ao laboratório, onde foram imersas em hipoclorito de sódio a 1% durante 60

segundos, e posteriormente lavadas com água destilada, secas e pesadas individualmente em balança eletrônica de precisão FA-2104N.

Nesse experimento foi utilizado o teste *in vitro* de imersão das fêmeas totalmente ingurgitadas, seguindo metodologia de Drummond et al. (1973). O óleo foi utilizado nas concentrações de 25,00, 50,00, 75,00 e 100,00%, sendo emulsificado com Tween 80 a 20 mg/mL, tendo como veículo água destilada. O teste ainda teve um grupo controle negativo onde utilizou-se água destilada.

As fêmeas foram pesadas e dispostas em 10 grupos homogêneos, contendo 10 fêmeas em cada grupo, e o teste foi realizado duas vezes. O número de grupos refere-se aos cinco tratamentos e mais uma repetição cada, totalizando 100 fêmeas.

Foram imersas por 10 minutos em seus respectivos tratamentos, sendo então secas, fixadas com fita dupla face em placas de Petri e mantidas em estufa climatizada a 27°C com umidade relativa superior a 70%, durante todo o período de oviposição.

As fêmeas foram observadas diariamente e a massa total de ovos foi mensurada.

Os parâmetros biológicos como períodos de pré-postura e postura além dos índices de produção de ovos e nutricional foram avaliados.

d) *Mentha arvensis* L. (Menta)

Foram coletadas fêmeas totalmente ingurgitadas de *R.* (*B.*) *microplus* provenientes de bovinos naturalmente infestados e sem tratamento prévio. Após a coleta, as mesmas foram encaminhadas ao laboratório, onde foram imersas em hipoclorito de sódio a 1%, durante 60 segundos, e posteriormente lavadas com água destilada, secas e pesadas individualmente em balança eletrônica de precisão FA-2104N.

Nesse experimento foram realizados dois testes: 1) teste *in vitro* de imersão das fêmeas totalmente ingurgitadas e 2) teste *in vitro* com papel impregnado para larvas.

Para o teste *in vitro* de imersão das fêmeas totalmente ingurgitadas, a preparação do óleo foi realizada nas concentrações de 10, 30 e 50 mg/mL, sendo este óleo emulsificado com Tween 80 a 20 mg/mL, tendo como veículo água destilada. O teste ainda teve um grupo controle negativo com água destilada, e um grupo controle positivo com Cipermetrina 5%.

Na sua realização seguiu-se a metodologia de Drummond et al. (1973), onde as fêmeas totalmente ingurgitadas foram imersas por cinco minutos em seus respectivos tratamentos e o excesso do produto retirado. Após esse procedimento foram acondicionadas em placas de Petri e mantidas em estufa climatizada a 27ºC com umidade relativa superior a 70%, durante todo período de oviposição.

As fêmeas foram pesadas e dispostas em grupos randomizados contendo oito indivíduos, para cada repetição dos tratamentos, em sete tratamentos com duas repetições cada, totalizando 112 fêmeas.

A partir da incubação, as fêmeas dos respectivos tratamentos foram analisadas diariamente, sendo mensurados o peso da massa de ovos de cada fêmea, até o término da postura.

Para o teste *in vitro* com papel impregnado foram utilizadas larvas com 14 a 21 dias de idade. Nesse teste, fêmeas totalmente ingurgitadas foram acondicionadas em placas de Petri e armazenadas em estufa climatizada a 27ºC com umidade relativa superior a 70%, pelos 10 primeiros dias de oviposição; após esse tempo foram descartadas e os ovos foram acondicionados

em seringas fechadas com algodão hidrófilo, para aguardar a eclosão e obtenção das larvas.

A preparação do óleo foi realizada nas concentrações de 2,5; 5; 10; 15 e 20 mg/mL, sendo este óleo emulsificado com Tween 80 a 20 mg/mL, tendo como veículo água destilada, além do estabelecimento de um grupo controle negativo com água destilada, e um grupo controle positivo com Cipermetrina 5%.

A leitura foi realizada após 48 h, contando-se as larvas vivas com uma bomba à vácuo. Foram utilizados seis envelopes para cada tratamento determinado.

e) *Ocimum gratissimum* L. (Alfavaca)

A preparação do óleo foi realizada nas concentrações de 2,5; 10 e 20 mg/mL, sendo o óleo emulsificado com Tween 80 a 20 mg/mL, e tendo como veículo água destilada.

Nesse experimento utilizou-se o teste *in vitro* de papel impregnado para larvas, que constou de três grupos naturais (2,5; 10 e 20 mg/mL) e de um grupo controle negativo (Tween 80 a 20 mg/mL e água destilada).

Foram utilizadas larvas com 14 a 21 dias de idade após a eclosão, provenientes de fêmeas totalmente ingurgitadas, naturalmente obtidas, que foram acondicionadas em placas de Petri e armazenadas em estufa climatizada a 27ºC com umidade relativa superior a 70%, pelos 10 primeiros dias de oviposição; após esse tempo foram descartadas e os ovos foram acondicionados em seringas fechadas com algodão hidrófilo, para aguardar a eclosão e obtenção das larvas. A antissepsia das fêmeas constou de imersão em hipoclorito de sódio a 1%, durante 60 segundos, e posterior lavagem com água destilada.

A leitura foi realizada após 48 h, contando-se as larvas vivas e mortas com uma bomba a vácuo. Foram utilizados oito envelopes para cada tratamento determinado.

f) *Schinus terebinthifolius* Raddi (Aroeira)

Nesse experimento foram utilizadas cascas, folhas e sementes de *S. terebinthifolius*, as quais foram levadas à estufa de circulação de ar forçada, desidratadas a 40°C e em seguida moídas, em um moinho de facas. 300 gramas do material moído foram imersas em 1000 mL de álcool etílico hidratado 92,8° e deixadas em repouso por 24 horas. Em seguida, a solução foi filtrada. O óleo essencial filtrado, correspondente a 800 mL, foi levado ao destilador rotativo para concentração e evaporação do álcool, resultando em um volume final de 200 mL de óleo essencial. O óleo foi armazenado sob refrigeração até o momento de sua utilização.

Foram coletadas fêmeas totalmente ingurgitadas de *R.* (*B.*) *microplus* provenientes de bovinos naturalmente infestados e sem tratamento prévio. Após a coleta, as mesmas foram encaminhadas ao laboratório, onde foram imersas em hipoclorito de sódio a 1%, durante 60 segundos, e posteriormente lavadas com água destilada, secas e pesadas individualmente em balança eletrônica de precisão FA-2104N.

Para concretização do experimento utilizou-se o teste *in vitro* de imersão das fêmeas totalmente ingurgitadas, seguindo a metodologia de Drummond et al. (1973).

A preparação do óleo essencial foi realizada nas concentrações de 25,00, 50,00, 75,00 e 100,00%, sendo este óleo emulsificado com Tween 80 a 20 mg/mL, tendo como veículo água destilada. O teste ainda constou de um grupo controle negativo com água destilada.

As fêmeas foram pesadas para a organização dos grupos, que foram formados por 10 reproduções, assim especificados: cinco tratamentos com duas repetições.

O teste consistiu na imersão de fêmeas totalmente ingurgitadas por 10 minutos nos produtos, sendo então secas em papel toalha, fixadas com fita dupla face em placas de Petri e mantidas em estufa climatizada a 27°C com umidade relativa superior a 70%, durante todo período de oviposição.

Foram observadas diariamente e a massa total de ovos foi mensurada.

Os parâmetros biológicos avaliados foram períodos de pré-postura e postura, além dos índices de produção de ovos e nutricional.

g) Análise dos dados

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA), seguida pelo teste de Student-Newman-Keuls (SNK) para comparação entre as médias (SAMPAIO, 2002).

No caso das espécies *Furcraea foetida* e *Ocimum gratissimum,* a avaliação do índice nutricional e do índice de produção de ovos foi realizada através da análise de Kruskal Wallis, seguida pelo teste t de Student, para comparação entre as ordenações médias (SAMPAIO, 2002).

Em todos os casos foi considerado o nível de significância de 5% ($p \leq 0,05$).

4.4.4 Resultados e discussão

a) *Cordia verbenacea* DC. (Erva baleeira)

No grupo controle negativo (Tween 80 a 20 mg/mL e água destilada), foram verificados 100,00% de larvas vivas, o que garantiu a viabilidade do teste. A concentração de 2,5 mg/mL do óleo essencial de *C. verbenacea* não apresentou efeito acaricida. A concentração de 10 mg/mL causou 58,00% de mortalidade das larvas. Na concentração mais elevada, 20 mg/mL, observou-se 100,00% de mortalidade (Tabela 48).

C. verbenacea é uma boa alternativa para o controle de carrapato, pois é comum em quase todo o Brasil. Essa planta é conhecida pelo seu efeito anti-inflamatório (PASSOS et al., 2007; FERNANDES et al., 2007) e antimicrobiano (DE CARVALHO JR. et al., 2004), e nesta pesquisa confirma-se sua atividade antiparasitária, pelos testes *in vitro* realizados.

Novos estudos são necessários para a avaliação do efeito acaricida nas demais fases biológicas do carrapato *R.* (*B.*) *microplus.*

Tabela 48 - Percentual médio de mortalidade de larvas de *Rhipicephalus (B.) microplus*, no teste in vitro de papel impregnado para larvas, com diferentes concentrações de óleo essencial de *C. verbenacea*.

Grupo	Tratamento	Mortalidade (%) (média ± desvio padrão)
C. verbenacea	2,5 mg/mL	0,00 a*
	10 mg/mL	58,00 ± 1,30 b
	20 mg/mL	100,00 c
Controle negativo	Tween 80 a 20 mg/mL e água destilada	0,00 a

* Médias seguidas de letras iguais, na mesma coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste SNK ($p \leq 0,05$).

b) *Cymbopogon citratus* (DC. ex Nees) Stapf (Capim limão)

No teste *in vitro* de imersão das fêmeas totalmente ingurgitadas não foi observado efeito acaricida do óleo essencial de *C. citratus*, não houve diferença significativa no peso da massa de ovos quando comparado com o grupo controle negativo. As fêmeas apresentaram resistência à Cipermetrina 5% (Tabela 49).

O fato do óleo essencial de *C. citratus* não ter apresentado eficácia no controle de fêmeas totalmente ingurgitadas pode-se justificar pelas baixas concentrações usadas, determinadas devido ao baixo rendimento do óleo essencial, que se apresentou por volta de 0,5% na massa fresca, e concentrações elevadas são economicamente inviáveis (MARTINS, 2000; SANTOS et al., 2012).

Tabela 49 - Valores médios dos parâmetros reprodutivos de fêmeas de *Rhipicephalus (B.) microplus*, no teste *in vitro* de imersão das fêmeas totalmente ingurgitadas, quando expostas a diferentes concentrações do óleo essencial de *C. citratus.*

Grupos	**Peso da fêmea (média ± desvio padrão)**	**Peso da massa de ovos (média ± desvio padrão)**
Controle negativo (água destilada)	0,2557 ± 0,02 a*	0,1182 ± 0,03 a
Controle positivo (Cipermetrina 5%)	0,2552 ± 0,02 a	0,1103 ± 0,04 a
C. citratus	0,2550 ± 0,01 a	0,1234 ± 0,02 a
20 mg/mL	0,2511 ± 0,01 a	0,1074 ± 0,03 a
30 mg/mL	0,2547 ± 0,01 a	0,0917 ± 0,05 a
40 mg/mL	0,2560 ± 0,01 a	0,1086 ± 0,03 a
50 mg/mL		

* Médias seguidas de letras iguais, na mesma coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste SNK ($p \leq 0,05$).

No teste *in vitro* de papel impregnado para larvas, com leitura realizada 24 h após o tratamento, houve elevado percentual de mortalidade nas concentrações de 10, 15 e 20 mg/mL do óleo essencial de *C. citratus*, perfazendo 79,00, 90,00 e 97,00%, respectivamente. Não houve diferença significativa nas concentrações de 2,5 e 5 mg/mL, quando comparadas com o grupo controle negativo. As larvas apresentaram-se sensíveis a Cipermetrina 5% (Tabela 50).

No teste *in vitro* de papel impregnado para larvas, com leitura realizada 48 h após o tratamento, houve elevado percentual de mortalidade nas concentrações de 10, 15 e 20 mg/mL do óleo essencial de *C. citratus*, perfazendo 100,00%. A concentração de 5 mg/mL causou 26,00% de mortalidade das larvas. A menor concentração testada, não apresentou diferença significativa quando comparada com o grupo controle negativo. As larvas apresentaram-se sensíveis à associação de Diclorvós 60% e Clorpirifós 20% (Tabela 50).

Tabela 50 - Percentual médio de mortalidade de larvas de *Rhipicephalus (B.) microplus*, no teste *in vitro* de papel impregnado para larvas, quando expostas a diferentes concentrações do óleo essencial de *C. citratus*.

Grupo	**Mortalidade 24 h após tratamento (%) (média ± desvio padrão)**	**Mortalidade 48 h após tratamento (%) (média ± desvio padrão)**
Controle negativo (água destilada)	0,00 a*	6,00 ± 0,54 a
Controle positivo Cipermetrina 5%	99,00 ± 0,89 c	-
Diclorvós 60% e Clorpirifós 20%	-	100,00 c
C. citratus		

2,5 mg/mL	0,00 a	0,00 a
5,0 mg/mL	0,00 a	26,00 ± 1,67 b
10 mg/mL	79,00 ± 0,83 b	100,00 c
15 mg/mL	90,00 ± 1,09 c	100,00 c
20 mg/mL	97,00 ± 1,64 c	100,00 c

* Médias seguidas de letras iguais, na mesma coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste SNK ($p \leq 0,05$).

c) *Furcraea foetida* (L.) Haw. (Pita)

Observou-se que o óleo essencial de *F. foetida* apresentou efeito inibitório sobre a oviposição das fêmeas totalmente ingurgitadas, nas quatro concentrações estabelecidas. Essa redução foi diretamente proporcional à concentração utilizada. Houve redução significativa ($p < 0,05$) da massa de ovos, do índice de produção de ovos e do índice nutricional, em relação ao controle, em todas as concentrações estabelecidas (Tabela 51).

O índice nutricional traduz a relação entre o somatório de nutrientes ingeridos pela fêmea durante a fase parasitária e a energia desprendida para a produção da massa de ovos, já o índice de produção de ovos demonstra a proporção entre o peso inicial da fêmea ingurgitada e a produção de ovos (ANGELO et al., 2015). Logo, a redução significativa destes índices demonstrou que o óleo essencial de *F. foetida* interferiu na capacidade reprodutiva de fêmeas de *R.* (*B.*) *microplus*, reduzindo a geração subsequente deste parasito.

Tabela 51 - Valores médios dos parâmetros reprodutivos de fêmeas de *Rhipicephalus (B.) microplus*, no teste *in vitro* de imersão das fêmeas totalmente ingurgitadas, tratadas com diferentes concentrações do óleo essencial de *Furcraea foetida*.

Grupos	**Peso da fêmea (média ± desvio padrão)**	**Peso da postura (média ± desvio padrão)**	Índice de produção de ovos (%)	Índice nutricional **(%)**
Controle negativo (água destilada)	0,2665 ± 0,01 a*	0,0824 ± 0,01 a	28,63 a	40,05 a
F. foetida				
25,00%	0,2662 ± 0,01 a	0,0650 ± 0,02 b	24,17 ab	31,01 b
50,00%	0,2673 ± 0,01 a	0,0636 ± 0,01 b	21,52 bc	30,06 b
75,00%	0,2666 ± 0,01 a	0,0636 ± 0,01 b	20,51 bc	30,06 b
100,00%	0,2660 ± 0,01 a	0,0453 ± 0,02 b	16,84 c	23,09 c

* Médias seguidas de letras iguais, na mesma coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste SNK (peso da fêmea e da postura) e t de Student (índice de produção de ovos e nutricional) ($p \leq 0,05$).

d) *Mentha arvensis* L. (Menta)

No teste *in vitro* de imersão das fêmeas totalmente ingurgitadas não foi observado efeito acaricida do óleo essencial de *M. arvensis*, não houve diferença significativa no peso da massa de ovos e no percentual de eclosão das larvas, quando comparado com o grupo controle negativo. As fêmeas apresentaram resistência a Cipermetrina 5% (Tabela 52). A ineficácia do óleo essencial de *M. arvensis* pode ser justificada pelas reduzidas concentrações utilizadas. O mentol, constituinte majoritário do óleo essencial, e responsável pela ação antiparasitária, não esteve em quantidade suficiente para apresentar efeito sobre as fêmeas (NARANJO et al., 2006).

Tabela 52 - Valores médios dos parâmetros reprodutivos de fêmeas de *Rhipicephalus (B.) microplus*, no teste *in vitro* de imersão das fêmeas totalmente ingurgitadas, quando expostas a diferentes concentrações do óleo essencial de *Mentha arvensis*.

Grupos	**Peso da fêmea (média ± desvio padrão)**	**Peso da postura (média ± desvio padrão)**
Controle negativo (água destilada)	0,2557 ± 0,02 a*	0,1182 ± 0,03 a
Controle positivo (Cipermetrina 5%)	0,2552 ± 0,02 a	0,1103 ± 0,04 a
M. arvensis		
10 mg/mL	0,2541 ± 0,02 a	0,1240 ± 0,02 a
30 mg/mL	0,2552 ± 0,01	0,0752 ± 0,03 a
50 mg/mL	0,2571 ± 0,02 a	0,0953 ± 0,05 a

* Médias seguidas de letras iguais, na mesma coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste SNK ($p \leq 0,05$).

No teste *in vitro* de papel impregnado com leitura realizada 48 h após o tratamento, houve 39,00% de mortalidade na concentração de 20 mg/mL, diferindo significativamente dos grupos controles positivo (Cipermetrina 5%) e negativo (água destilada), e das demais concentrações utilizadas do óleo essencial de *M. arvensis*. A concentração de 15 mg/mL apresentou 15,00% de mortalidade das larvas. Já as concentrações de 2,5; 5 e 10 mg/mL, não diferiram do grupo controle negativo, sendo ineficazes no controle de larvas infestantes. O grupo controle positivo se mostrou efetivo no controle de larvas infestantes (Tabela 53).

Tabela 53 - Percentual médio de mortalidade de larvas de *Rhipicephalus (B.) microplus*, no teste *in vitro* de papel impregnado para larvas, com diferentes concentrações de óleo essencial de *Mentha arvensis*.

Grupos	**Mortalidade 48 h após tratamento (%) (média ± desvio padrão)**
Controle negativo (água destilada)	0,00 a*
Controle positivo (Cipermetrina 5%)	100,00 c
2,5 mg/mL	0,00 a
5,0 mg/mL	0,00 a
10 mg/mL	0,00 a
15 mg/mL	15,00 ± 0,89 a
20 mg/mL	39,00 ± 1,67 c

* Médias seguidas de letras iguais, na mesma coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste SNK ($p \leq 0,05$).

e) *Ocimum gratissimum* L. (Alfavaca)

Os dados encontrados demonstraram para o grupo controle negativo (Tween 80 a 20 mg/mL e água destilada) um percentual de 100,00% de larvas vivas, o que garantiu a viabilidade do teste. A concentração de 2,5 mg/mL do óleo essencial de *O. gratissimum* não apresentou efeito acaricida. Já as concentrações de 10 mg/mL e 20 mg/mL apresentaram 95,00% e 100,00% de mortalidade, respectivamente (Tabela 54). O principal constituinte do óleo é o eugenol, e estudos têm comprovado sua atividade antimicrobiana, antioxidante e antiparasitária (SARTORATTO et al., 2004; LEAL et al., 2006; ZERINGÓTA et al., 2013). Novos estudos são necessários para a avaliação do efeito acaricida nas demais fases biológicas do carrapato *R.* (*B.*) *microplus.*

Tabela 54 - Percentual médio de mortalidade de larvas de *Rhipicephalus (B.) microplus* , no teste *in vitro* de papel impregnado para larvas, com diferentes concentrações de óleo essencial de *Ocimum gratissimum*.

Grupo	Tratamento	Mortalidade (%) (média ± desvio padrão)
O. gratissimum	2,5 mg/mL	0,00 a*
	10 mg/mL	95,00 ± 1,68 b
	20 mg/mL	100,00 c
Controle negativo	Tween 80 a 20 mg/mL e água destilada	0,00 a

* Médias seguidas de letras iguais, na mesma coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste SNK ($p \leq 0,05$).

f) *Schinus terebinthifolius* Raddi (Aroeira)

O óleo essencial da folha de *S. terebinthifolius* apresentou efeito inibitório sobre a oviposição das fêmeas totalmente ingurgitadas nas quatro concentrações estabelecidas, chegando a causar redução significativa de até 55,76% da massa de ovos, quando comparado com o controle negativo. O índice de produção de ovos e o índice nutricional foram reduzidos significativamente em até 50,41 e 59,11%, respectivamente (Tabela 55).

Tabela 55 - Valores médios dos parâmetros reprodutivos de fêmeas de *Rhipicephalus (B.) microplus*, no teste *in vitro* de imersão das fêmeas totalmente ingurgitadas, quando expostas a diferentes concentrações do óleo essencial da folha de *Schinus terebinthifolius*.

Grupos	Peso da fêmea (média ± desvio padrão)	Peso da postura (média ± desvio padrão)	Índice de produção de ovos (%)	Índice nutricional (%)
Controle negativo (água destilada)	0,2709 ± 0,01 a*	0,1130 ± 0,01 a	41,66 a	51,25 a
S. terebinthifolius				
25,00%	0,2726 ± 0,01 a	0,0567 ± 0,03 b	20,66 b	24,29 b
50,00%	0,2728 ± 0,01 a	0,0653 ± 0,02 b	21,98 b	26,31 b
75,00%	0,2723 ± 0,01 a	0,0500 ± 0,02 b	20,76 b	20,96 b
100,00%	0,2709 ± 0,01 a	0,0653 ± 0,00 b	21,40 b	25,51 b

* Médias seguidas de letras iguais, na mesma coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste SNK ($p \leq 0,05$).

O óleo essencial da semente de *S. terebinthifolius* reduziu a oviposição das fêmeas totalmente ingurgitadas em todas as concentrações testadas, sendo essa redução proporcional à concentração utilizada no tratamento. A concentração de 100,00% do óleo causou mortalidade de todas as fêmeas, impedindo a oviposição, Todas as concentrações foram eficazes sobre o índice de produção de ovos e o índice nutricional, quando comparadas com o controle negativo (Tabela 56).

Tabela 56 - Valores médios dos parâmetros reprodutivos de fêmeas de *Rhipicephalus (B.) microplus*, no teste *in vitro* de imersão das fêmeas totalmente ingurgitadas, quando expostas a diferentes concentrações do óleo essencial da semente de *Schinus terebinthifolius*.

Grupos	Peso da fêmea (média ± desvio padrão)	Peso da postura (média ± desvio padrão)	Índice de produção de ovos (%)	Índice nutricional (%)
Controle negativo (água destilada)	0,2506 ± 0,02 a*	0,1151 ± 0,01 a	45,09 a	56,81 a
S. terebinthifolius 25,00%	0,2506 ± 0,02 a	0,0936 ± 0,02 b	40,28 a	45,93 b

50,00%	0,2505 ± 0,02 a	0,0110 ± 0,01 c	3,67 b	6,16 c
75,00%	0,2497 ± 0,02 a	0,0052 ± 0,01 c	2,10 b	2,93 c
100,00%	0,2499 ± 0,02 a	0,00 c	0,00 b	0,00 c

* Médias seguidas de letras iguais, na mesma coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste SNK ($p \leq 0,05$).

O óleo essencial da casca de *S. terebinthifolius* apresentou efeito inibitório sobre a oviposição das fêmeas totalmente ingurgitadas nas quatro concentrações estabelecidas, chegando a causar redução significativa de até 51,65% da massa de ovos, quando comparado com o controle negativo. O índice de produção de ovos e o índice nutricional foram reduzidos significativamente em até 51,38 e 54,09%, respectivamente (Tabela 57).

Tabela 57 - Valores médios dos parâmetros reprodutivos de fêmeas de *Rhipicephalus (B.) microplus*, no teste *in vitro* de imersão das fêmeas totalmente ingurgitadas, quando expostas a diferentes concentrações do óleo essencial da casca de *Schinus terebinthifolius*.

Grupos	**Peso da fêmea (média ± desvio padrão)**	**Peso da postura (média ± desvio padrão)**	Índice de produção de ovos (%)	Índice nutricional **(%)**
Controle negativo (água destilada)	0,2300 ± 0,01 a*	0,0819 ± 0,01 a	35,52 a	43,71 a
S. terebinthifolius 25,00%	0,2283 ± 0,01 a	0,0572 ± 0,01 b	24,68 b	29,89 b
50,00%	0,2291 ± 0,01 a	0,0475 ± 0,02 b	20,89 b	24,51 b
75,00%	0,2294 ± 0,01 a	0,0396 ± 0,02 b	17,27 b	20,07 b
100,00%	0,2286 ± 0,01 a	0,0429 ± 0,01 b	18,72 b	22,84 b

* Médias seguidas de letras iguais, na mesma coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste SNK ($p \leq 0,05$).

No Brasil, a aroeira é encontrada em várias formações vegetais, desde o estado de Pernambuco até o Rio Grande do Sul (CARVALHO, 1994). A sua ampla distribuição no país associada a sua eficácia *in vitro* demonstrada no presente trabalho, aumenta as chances da planta ser utilizada no controle biológico de *R.* (*B.*) *microplus*, tornando-a uma alternativa promissora ao uso indiscriminado dos produtos químicos e contribuindo para minimizar a contaminação ambiental e dos produtos de origem (HERNÁNDEZ et al., 1987).

4.4.5 Conclusões

Os óleos essenciais obtidos das plantas medicinais *C. verbenácea* e *O. gratissimum* foram eficazes para o controle de larvas infestantes do carrapato *R.* (*B.*) *microplus*, nas concentrações de 10 e 20 mg/mL, sendo a eficácia proporcional às concentrações avaliadas.

O óleo essencial de *C. citratus* não foi eficaz para o controle de fêmeas totalmente ingurgitadas de *R.* (*B.*) *microplus* nas concentrações testadas. Para larvas infestantes obteve-se grande eficácia, sendo esta progressiva com o tempo de ação e proporcional às concentrações testadas.

Verificou-se que *F. foetida* é uma possível alternativa para o controle *in vitro* de *R.* (*B.*) *microplus*, pois reduziu consideravelmente os parâmetros reprodutivos das fêmeas ingurgitadas.

A ineficácia do óleo essencial de *M. arvensis* sobre as fêmeas totalmente ingurgitadas do

carrapato *R.* (*B.*) *microplus* pode ser justificada pelas reduzidas concentrações. Sobre larvas, o óleo essencial apresentou baixa eficácia, evidenciada na maior concentração utilizada. Estudos futuros devem ser realizados concentrando-se o mentol durante a técnica de extração do óleo essencial.

Através dos resultados obtidos, ficou estabelecido que os óleos essenciais da folha, da semente e da casca de *S. terebinthifolius*, têm potencial para serem utilizados no controle de fêmeas totalmente ingurgitadas de *R.* (*B.*) *microplus*, causando em certos momentos 100,00% de eficácia na mortalidade das fêmeas, e reduzindo consideravelmente seus parâmetros reprodutivos.

4.5 RECEITAS DO JARDIM: O LEVANTAMENTO DE PLANTAS ALIMENTÍCIAS NÃO CONVENCIONAIS E A IMPORTÂNCIA DA DIVERSIDADE E DO USO DESSAS ESPÉCIES

Mariana Martins da Costa Quinteiro & Clara Maria Rangel de Freitas Moreira

4.5.1 Resumo

Por Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANCs) entende-se as espécies que possuem um ou mais órgãos que podem ser utilizados na alimentação, mas que possuem uso incomum em determinada região ou ainda plantas alimentícias que possuem outras partes desconhecidas que podem ser usadas na alimentação. Esse conhecimento, apesar de difundido em grupos rurais e em comunidades tradicionais, ainda é pouco estudado pela academia e apresenta grande importância no atual cenário de escassez de alternativas alimentares. Esse trabalho teve como objetivo levantar as PANCs ocorrentes no Jardim Botânico da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro e, a partir desse levantamento, confeccionar uma cartilha, propiciando material para importantes discussões. O levantamento foi realizado consultando bibliografia e inventários já realizados além de pesquisa de campo. Foram identificadas 34 espécies de PANCs, classificadas em 24 famílias botânicas, sete categorias de uso, três hábitos e quatro partes da planta utilizadas na alimentação. Esses dados foram fundamentais para possibilitar: o conhecimento da comunidade acadêmica e local sobre a importância e presença da diversidade de gêneros alimentícios em seu ambiente; a contextualização dessa temática nas reduzidas espécies que compõem nosso hábito alimentar, nas memórias bioculturais geradoras de autonomia e na noção de soberania alimentar; o embasamento de futuras ações em educação ambiental.

Palavras-chave: Conhecimento tradicional. Memória biocultural. Soberania alimentar

4.5.2 Introdução

De acordo com a FAO (Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura), no decorrer de milênios, os seres humanos basearam sua alimentação em mais de dez mil espécies vegetais. Entretanto, existem atualmente menos de cento e cinquenta espécies sendo cultivadas e, destas, apenas doze atendem oitenta por cento de todas as nossas necessidades alimentares (FAO, 2004). Apenas quatro destas – arroz, trigo, milho e batata são as mais requisitadas para suprir mais da metade das necessidades energéticas (FAO, 2004). Shiva (2003) destaca que essa progressiva diminuição de plantas utilizadas na alimentação foi resultante de um saber dominante, que se baseia em uma perspectiva de produção comercial cada vez maior, reagindo apenas aos valores do mercado e não percebendo os valores atribuídos à diversidade biológica por uma visão local.

O quadro atual da alimentação mundial mostra que além dos desperdícios de grandes quantidades dos alimentos convencionais produzidos (cereais, tubérculos, rizomas, raízes tuberosas, frutas e hortaliças) mais comuns e conhecidos, a humanidade não utiliza ou subutiliza as espécies nativas ou adventícias com potencial para complementação alimentar (KINUPP, 2007). Esse fato faz parte da história da alimentação humana, marcada por modismos temporários sob influência da mídia e de interesses econômicos, mas também dos resultados das pesquisas acadêmicas e das leis de mercado que fizeram com que o homem acabasse optando pela especialização ao invés da diversificação alimentar (KINUPP, 2007).

Os malefícios dessa forma desordenada de monoculturas afetam não somente o ambiente como também geram graves e urgentes problemas na saúde alimentar da população em geral. Em contra partida, a imensa diversidade agrícola tradicional e a grande quantidade de espécies silvestres e espécies semidomesticadas comestíveis representam as inúmeras possibilidades de alimentação de forma autônoma e nutritivamente adequada (PESCE, 2011). No Brasil, aproximadamente 2.000 espécies de plantas são consideradas não convencionais e potencialmente comestíveis, abrangendo cerca de 168 famílias em sua maioria Angiospermas, Gimnospermas e Pteridófitas (KINUPP; BARROS, 2004). Considerando-se a enorme diversidade de plantas com potencial alimentar existente no planeta e a relevância para a saúde ao haver a inclusão de diferentes vitaminas e minerais na dieta, a utilização e difusão do uso de uma maior diversidade de espécies vegetais apresenta-se como uma excelente opção a fim de se atingir melhorias nas condições alimentares da população (BREDARIOL, 2015).

As Plantas Alimentícias Não Convencionais, popularmente conhecidas como PANCs, se referem às plantas em que um ou mais órgãos (frutos, folhas, flores, raízes, sementes, etc) não são usuais no consumo comercial regional e podem ser ingeridas pelo homem, cruas e/ou após preparo culinário, além das partes não convencionalmente utilizadas de plantas comuns (COLETIVO VERDE, 2015). Boa parte dessas plantas são consideradas espontâneas, ou seja, em geral trata-se de espécies bem adaptadas, dispersando-se em meio a lavouras, hortas abandonadas, quintais e calçadas, apresentando resistência e bom desenvolvimento mesmo em condições adversas para a maior parte das plantas (BREDARIOL, 2015).

No entanto, existem poucas informações básicas detalhadas sobre a disponibilidade desses recursos alimentícios, seu rendimento e produtividade, qualidade, modos de preparo e utilização, bem como sua importância para as economias rurais e urbanas locais (KINUPP, 2007). Assim, a divulgação e a disseminação dos conceitos e fundamentos das PANCs pode ser uma ferramenta minimizadora de uma realidade indesejável, além de otimizar o custo familiar com alimentação, de melhorar a qualidade nutricional das refeições e reduzir os desperdícios.

Nesse sentido, pode-se destacar ainda o resgate da memória biocultural, como alternativa para dialogar e reforçar o poder social. Segundo Ferrer Fernandez (2014) a memória biocultural

é o estudo das nossas raízes e saberes ancestrais, vislumbrado como um dos laços possíveis para unir e estabelecer uma rede de ação e diálogo. Sendo assim, o resgate dessas memórias que vem se perdendo com o tempo, dados os novos modelos de cultivo, pode ser uma estratégia interessante para a valorização dos alimentos regionais e geração de mais autonomia alimentar.

Portanto, se observa a necessidade da realização de pesquisas sobre o potencial alimentício das espécies silvestres em desuso e ou desconhecidas. Dessa forma, a busca, resgate e valorização da utilização dessas plantas, bem como o conhecimento técnico e/ o uso de formas diferentes de manejo que valorizem a biodiversidade existente, que possibilitem ganhos importantes do ponto de vista cultural, econômico, social e nutricional se trata de uma questão de segurança e soberania alimentar, mostrando-se fundamental.

O Jardim Botânico da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (JB/UFRRJ) foi criado em 1980 (GUIMARÃES, 1982) visando contribuir para a conservação da flora, com ênfase em espécies e biomas da Mata Atlântica. Atualmente possui como uma de suas missões incluir em seu programa ações de educação ambiental, extensão e atividades destinadas a difundir o conhecimento científico para a comunidade, além da função de lazer (MIRANDA; COLOMBINI, 2009).

A presente pesquisa foi desenvolvida dentro do programa de Iniciação Científica Proverde do JB/UFRRJ, com o intuito de conhecer e classificar as espécies nele presentes, do ponto de vista alimentício e, posteriormente, confeccionar um material didático em formato de cartilha que servisse como uma ferramenta para a educação ambiental. Buscou-se assim possibilitar ações que enfatizem aspectos da memória biocultural, da importância da inclusão da diversidade biológica nos hábitos alimentares e das autonomias geradas com essas ações.

4.5.3 Material e métodos

O método adotado para o levantamento das plantas ocorrentes no Jardim Botânico foi o de caminhamento (FIGUEIRAS et al., 1994), com adaptações à situação encontrada, juntamente com a revisão da bibliografia sobre estudos da flora ocorrente no JB. O método escolhido consiste em se percorrer transectos em determinados intervalos de tempo, levantando as espécies presentes, até que não sejam encontradas novas espécie.

As observações foram realizadas semanalmente, no intervalo de julho a outubro de 2016, quando as espécies foram identificadas no campo com a ajuda de especialistas ou coletadas para facilitar a identificação. As observações se limitaram a conhecer as espécies de hábito arbustivo e herbáceo, sendo que para as espécies arbóreas foi utilizado dados coletados na bibliografia sobre espécies ocorrentes no Jardim Botânico/ UFRRJ (BRAZ et al., 2012; SILVA, 2013).

As informações referentes à comestibilidade, presentes neste trabalho, foram obtidas através da revisão do livro Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANCs) no Brasil (KINNUP; LORENZI, 2014) que apresenta inúmeras espécies do Brasil e outras cultivadas, já reconhecidas por seu uso alimentício alternativo, que o tornam uma referência nessa temática.

Os dados coletados foram organizados no nível de hábito, ciclo de vida, origem das espécies, suas propriedades alimentícias, partes da planta utilizada na alimentação e principais formas de preparo das PANCs levantadas. Essas informações foram organizadas no formato de uma cartilha que foi disponibilizada para o JB/UFRRJ, fornecendo subsídios para temáticas em educação ambiental.

4.5.4 Resultados

Foram coletadas e identificadas 34 espécies de plantas alimentícias não convencionais na área de estudo. Nem todas as espécies ocorreram simultaneamente na escala temporal do desenvolvimento deste trabalho, indicando sazonalidade por parte das mesmas.

As 34 espécies de PANCs identificadas são representantes de 24 famílias botânicas como mostra a Figura 93, sendo a família Malvaceae a que possui mais espécies listadas (6), seguida das famílias Fabaceae (3), Bignoniaceae, Commelinaceae e Myrtaceae (2). As outras famílias: Anacardiaceae, Annonacea, Apiaceae, Arecaceae, Asteraceae, Cactaceae, Chrysobalanaceae, Dilleniacea, Lecythidaceae, Malpighiaceae, Moraceae, Portulacaceae, Rubiaceae, Rutaceae, Sapindaceae, Sapotaceae, Talinaceae e Turneraceae possuem apenas uma espécie cada. Os resultados foram dispostos na Tabela 58, indicando o nome científico, nome popular, família botânica, hábito, origem, formas de uso e as partes das plantas utilizadas na alimentação.

Figura 93 - Número de espécies de PANCs por família em levantamento realizado no Jardim Botânico UFRRJ, Seropédica-RJ.

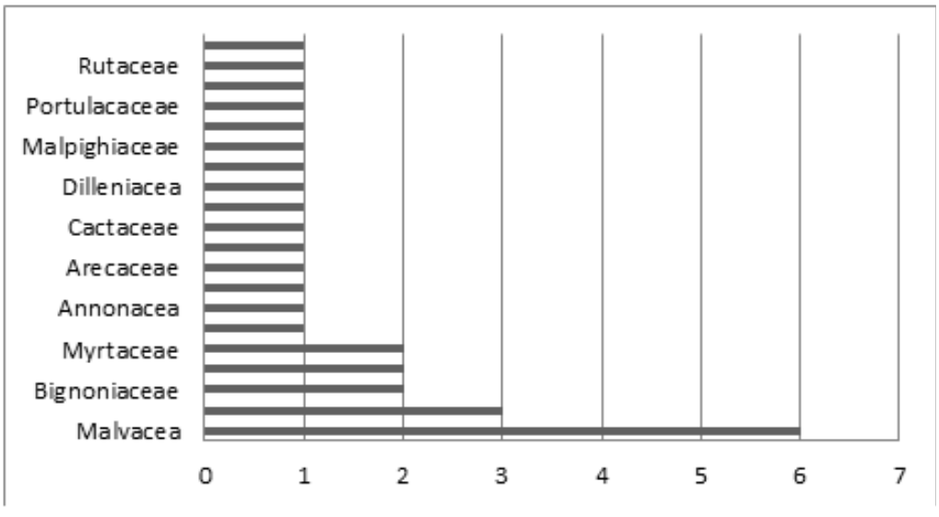


Tabela 58 - Plantas alimentícias não convencionais encontradas no Jardim Botânico da UFRRJ.

Família	Nome científico	Nome vulgar	Hábito	Origem	Formas de uso	Partes usadas
Anacardiaceae	*Schinus terebinthifolius* Raddi.	aroeira-pimenta	arbóreo	nativa	condimento	frutos
Annonaceae	*Annona montana* Macfad.	araticum-açu	arbóreo	nativa	bebidas, doces, outros	frutos
Apiaceae	Erig*yum foetidum* L.	coentro de espinho	herbácea	exótica	condimento, outros	folhas
Arecaceae	*Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman.	jerivá	arbóreo	nativa	castanhas/farinha, bebidas, doces	frutos e mesocarpo
Asteraceae	*Sonchus oleraceus* L.	serralha	herbácea	exótica	verdura, conserva, outros	folhas
Bignoniaceae	*handroanthus chrysotrichus* (Mart. Ex DC.) Mattos	ipê amarelo	arbóreo	nativa	verdura, outros	flores
Bignoniaceae	*handroanthus roseoalbus* (Ridl.) Mattos	ipê branco	arbóreo	nativa	hortaliça, outros	flores
Cactaceae	*Pereskia grandifolia* Haw.	ora-pro-nobis	arbóreo	nativa	outros	flores e folhas
Chrysobalanaceae	*Licania tomentosa* (Benth.) Fritsch.	oiti	arbóreo	nativa	doces, outros	frutos
Commelinaceae	*Tripogandra diuretica* (Mart.) Handlos.	trapoeraba	herbácea	nativa	outros	folhas
Commelinaceae	*Tradescantia zebrina* Heynh. ex Bosse.	trapoeraba roxa	herbácea	exótica	verdura, outros	folhas
Dilleniaceae	*Dillenia indica* L.	maçã de elefante	arbóreo	exótica	bebidas, doces, outros	frutos
Fabaceae	*Hymenaea courbaril* L.	jatobá	arbóreo	nativa	castanhas/farinha, bebidas	fruto
Fabaceae	*Cassia fistula* L.	canafistula	arbóreo	exótica	verdura, outros	flores e folhas
Fabaceae	*Tamarindus indica* L.	tamarindo	arbóreo	exótica	bebidas, doces, outros	frutos e folhas
Lecythidaceae	*Lecythis pisonis* Cambess.	sapucaia	arbóreo	nativa	bebidas, castanhas/farinha, outros	sementes
Malpighiaceae	*Byrsonima sericea* DC.	murici	arbóreo	nativa	bebida	frutos
Malvaceae	*Hibiscus rosa-sinensis* L.	hibisco	arbóreo	exótica	verdura, bebidas, doces, outros	flores e folhas
Malvaceae	*Malvaviscus arboreus* Cav.	malvavisco	arbusto	exótica	verdura, doces, outros	flores e folhas
Malvaceae	*Pachira aquatica* Aubl.	monguba	arbóreo	nativa	castanha/farinha, verdura, outros	folhas, flores e sementes
Malvaceae	*Theobroma cacao* L.	cacau	arbóreo	nativa	doces, outros	sementes
Malvaceae	*Ceiba speciosa* (A.St.-Hil.) Ravenna.	paineira	arbóreo	nativa	verdura, outros	folhas
Malvaceae	*Guazuma ulmifolia* Lam.	mutamba	arbóreo	nativa	castanha/farinha, doces	sementes
Moraceae	*Arthocarpus heteroplhyllus* Lam.	jaca manteiga	arbóreo	exótica	verdura, outros	frutos

Myrtaceae	*Syzygium malaccense* (L.) Merr. & L.M. Perry	jambo	arbóreo	exótica	verdura, doces	flores e frutos
Myrtaceae	*Syzygium cumini* (L.) Skeels	jamelão	arbóreo	exótica	doces, bebidas, conserva	frutos
Portulacaceae	*Portulaca oleracea* L.	beldroega	herbácea	exótica	verdura	ramos e folhas
Rubiaceae	*Genipa americana* L.	jenipapo	arbóreo	nativa	bebidas, doces, outros	frutos
Rutaceae	*Murraya paniculata* (L.) Jack.	murta	arbóreo	exótica	bebidas, doces, condimentos	frutos e flores
Sapindaceae	*Talisia esculenta* (Cambess.) Radlk.	pitomba	arbóreo	nativa	doces, bebidas, outros	frutos
Sapotaceae	*Pouteria caimito* (Ruiz & Pav.) Radlk.	abiu	arbóreo	nativa	doces, bebidas, outros	frutos
Talinaceae	*Talinum triangulare* (Jacq.) Willd.	beldroegão	herbácea	nativa	verdura	folhas e talos
Turneraceae	*Turnera subulata* Sm.	damiana	herbácea	nativa	verdura, bebidas, doces	flores e folhas

Quanto ao hábito, essas foram classificadas em arbóreo, herbáceo e arbustivo como pode ser observado na Figura 94, em que as de porte arbóreo se destacam. Outra característica quantificada foi o número de espécies nativas (20) e exóticas (14) encontradas, Figura 95. Das espécies nativas, 15 são árvores que possuem, em sua maioria, o fruto ou semente comestível.

Figura 94 - Representatividade específica das PANCs em relação ao hábito em levantamento realizado no Jardim Botânico UFRRJ, Seropédica-RJ.

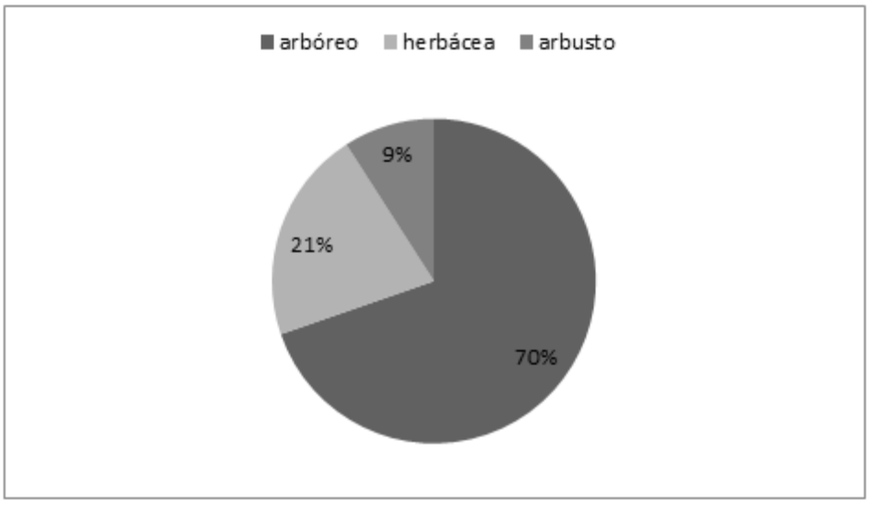
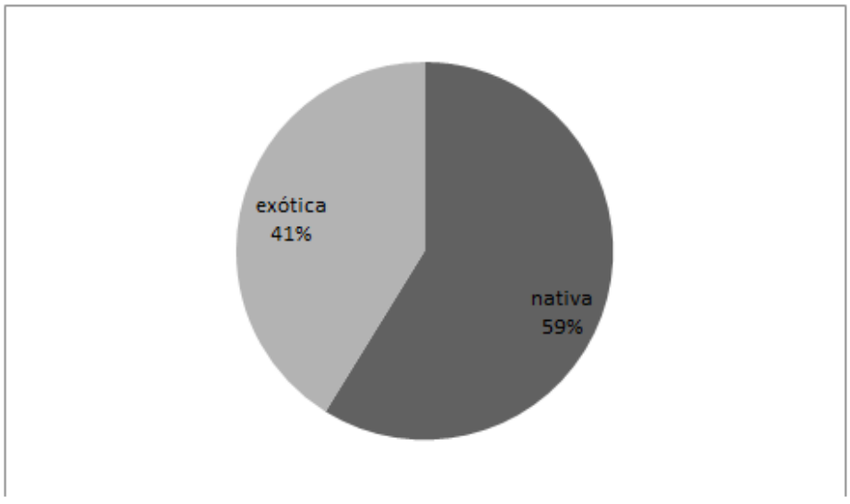
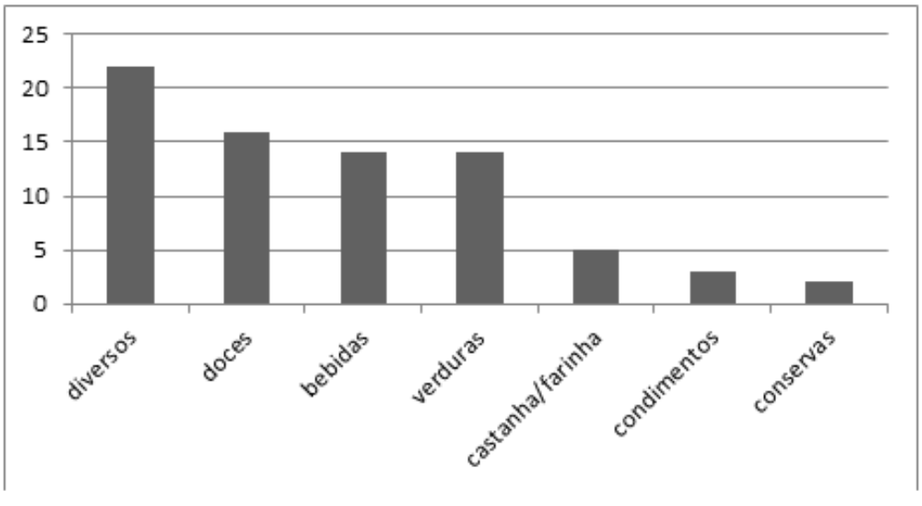


Figura 95 - Representatividade específica das PANCs em relação à origem (nativa e exótica) em levantamento realizado no Jardim Botânico UFRRJ, Seropédica-RJ.



Quanto às formas de uso das PANCs identificadas, foi difícil mensurar todos os alimentos que podem ser preparados com as PANCs, visto a grande versatilidade das receitas que incluem essas plantas. Considerando as receitas citadas por Kinupp (2014), as espécies foram classificadas em sete categorias, que podem ser observadas na Figura 96, sendo elas: salgados, doces, bebidas, verduras, castanhas/farinhas, condimentos e conservas.

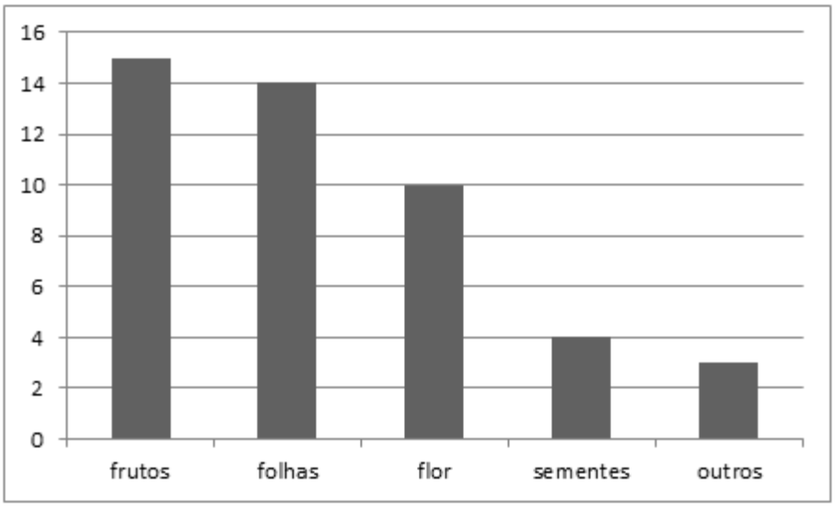
Figura 96 - Classes de Uso das PANCs observadas no levantamento realizado no Jardim Botânico UFRRJ, Seropédica-RJ.



A principal forma de uso destacada foi a de "salgados", por incluir diferentes pratos (purês, empanados, sopas, pães, entre outros) feitos com diferentes partes da planta, como folhas, frutos e sementes. Seguida dessa forma de uso, encontram-se os "doces", para plantas que podem ser utilizadas para fazer geleias, mousses, sorvetes, bolos, etc. Nessa categoria, destacam-se as frutíferas, que podem produzir também castanhas e as flores que apresentam amplo uso na confecção de geleias, por exemplo, além dos frutos com polpa, que possuem o uso bastante conhecido pela população no geral. As "bebidas" geralmente envolveram o uso de frutos e flores. Na categoria "verduras" destacam-se espécies que podem ser utilizadas cruas, *in natura*, no preparo de saladas.

Outra diferenciação se deu em relação às partes das plantas que podem ser consumidas, sendo estas divididas em cinco categorias, a saber: flores, folhas, frutos, sementes e outros. Foi considerada que uma mesma espécie pode ter mais de uma parte comestível e a distribuição das espécies pode ser observada na Figura 97.

Figura 97 - Representatividade específica das PANCs em relação às partes de uso para alimentação. Levantamento realizado no Jardim Botânico UFRRJ, Seropédica-RJ.



Entre as espécies analisadas, foi observado que os frutos representam uma parte das plantas bastante utilizada na alimentação, sendo alguns destaques: *Annona Montana* (Araticum-açu), *Tamarindus indica* (Tamarindo), *Byrsonima sericea* (Murici), *Artocarpus heterophyllus* (Jaca manteiga), *Syzygium malaccense* (Jambo), *Syzygium cumini* (Jamelão), *Genipa americana* (Jenipapo), *Talisia esculenta* (Pitomba), *Pouteria caimito* (Abiu).

Em relação às espécies que podem ser consumidas como folhas, se destacam herbáceas espontâneas como: *Turnera subulata* (Damiana), *Talinum triangulare* (Beldroegão), *Sonchus oleraceus* (Serralha), *Tripogandra diurética* (Trapoeraba), *Tradescantia zebrina* (Trapoeraba roxa), *Portulaca oleraceae* (Beldroega).

4.5.5 Discussão

A predominância de indivíduos de porte arbóreo pode ser explicada pelo fato da pesquisa ter se baseado principalmente em dados já coletados de inventários realizados na área de estudo, bem como pelas espécies herbáceas serem encontradas em determinado período do ano, podendo não estar disponíveis no momento da pesquisa. O maior número de árvores, que possui seus frutos comestíveis, pode ser considerado uma vantagem do ponto de vista da conservação, visto que os frutos estão disponíveis anualmente, não interferindo no desenvolvimento do indivíduo. Já as herbáceas podem trazer grandes benefícios no que diz respeito ao potencial alimentício, além de efeitos de cobertura do solo, produção de biomassa e ciclagem de nutrientes (BREDARIOL, 2015).

Quanto ao conhecimento acerca das espécies frutíferas, pode se afirmar que essas são utilizadas há milênios por populações indígenas, sendo seus potenciais de uso enormes, não somente pelo fruto *in natura*, mas também pelo uso de subprodutos, no caso de compostos em bebidas (licores, sucos), geleias, doces, sorvetes, picolés, condimentos, entre outros (BRACK et al., 2007). Nesse sentido os autores (2007) destacam que o conhecimento sobre as espécies

frutíferas nativas do Brasil ainda é muito limitado, ficando isolado a pequenas regiões ou grupos culturais. O quadro é agravado por um modelo agrícola que promove o cultivo de espécies exóticas através de monoculturas, com resultantes ecológicas e econômicas, geralmente, pouco sustentáveis.

Muitas dessas espécies constituem também medicamentos, óleos essenciais, extratos, chás e algumas ainda possuem características apícolas, podendo fornecer néctar e pólen aos polinizadores (BRANDÃO apud BREDARIOL, 2015). Dessa forma, a diversidade de espécies encontrada pertence a diferentes categorias de uso, sendo empregadas diferentes partes da planta para os preparos, algumas delas sem danificar o indivíduo, como as flores e frutos. Soma-se a essas possibilidades a sua utilização em diversos pratos, tanto doces como salgados, crus ou cozidos, enriquecendo o cardápio e trazendo ao conhecimento a grande diversidade da nossa flora, das memórias bioculturais e da variabilidade de nossos jardins, tornando as PANCs boas alternativas na soberania alimentar.

De uma forma geral, as plantas levantadas foram encontradas com facilidade, pois são naturais e muitas vezes espontâneas e possuem em sua maioria elevado valor nutricional. Se identificadas corretamente, podem otimizar o custo familiar com alimentação, além de melhorar a qualidade nutricional das refeições e reduzir os desperdícios, aumentando a qualidade de vida das pessoas tanto dos meios rurais como urbanos.

Nesse contexto, esses dados foram trabalhados, com a intenção de possibilitar o conhecimento da comunidade acadêmica e local sobre a importância e presença da diversidade de gêneros alimentícios em seu ambiente; contextualizar essa temática nas ações históricas sobre a redução dessas espécies tanto em nosso hábito alimentar, como também nas memórias bioculturais geradoras de autonomia e soberania; embasar futuras ações em educação ambiental com essas temáticas.

CAPÍTULO 5 - EDUCAÇÃO AMBIENTAL

5.1 O USO DE TRILHAS INTERPRETATIVAS GUIADAS COMO PROPOSTA PARA O ENSINO DE BOTÂNICA EM ESPAÇO NÃO FORMAL DE EDUCAÇÃO

Lilian de Andrade Brito & Maria Mercedes Teixeira da Rosa

5.1.1 Resumo

Visando dinamizar as práticas educacionais, diversas atividades alternativas de aprendizagem podem ser desenvolvidas. Dentre estas ações encontramos a realização de atividades em ambientes não formais de educação, que compreendem, entre outros, os jardins botânicos, zoológicos e museus de ciências. Nesses espaços, existe uma gama de temas e conteúdos que podem ser trabalhados com os visitantes, cabendo ao condutor da atividade explorar o máximo que puder destes locais. Para tal, é favorável a presença de um guia preparado para conduzir o trajeto, relatar informações pertinentes e auxiliar em sua compreensão. Em jardins botânicos, uma prática muito comum é o desenvolvimento de trilhas, pois elas propiciam o contato direto com o ambiente natural no decorrer de uma caminhada, além de possibilitar a abordagem de uma variedade de temas. O presente trabalho visou avaliar a eficiência dessas trilhas como ferramenta metodológica de ensino. Foram realizadas cinco trilhas interpretativas guiadas no Jardim Botânico da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) com grupos de estudantes com diferentes níveis de escolaridade. De modo geral, as temáticas abordadas nas trilhas referiram-se às características e usos das plantas cultivadas no Jardim Botânico, utilizando-se de metodologias adequadas para o público, como a delimitação do percurso, os recursos e a linguagem usadas. Ao final das atividades, apesar da diversidade dos grupos, todas as trilhas foram bem sucedidas e enriquecedoras, contando com sugestões e com o conhecimento prévio de cada participante, que possibilitou o alcance dos objetivos traçados.

Palavras-chaves: Educação. Ensino de Botânica. Espaços não-formais de educação. Jardim Botânico. Trilhas interpretativas.

5.1.2 Introdução

O Brasil detém cerca de 49 mil espécies vegetais conhecidas, aproximadamente 14% de todas as plantas descritas no planeta, destacando-se no ranking mundial de países megadiversos juntamente com outros 16 países (MITTERMEIER et al., 1997; PEIXOTO; MORIM, 2003). Partindo dessa realidade torna-se imprescindível que nossa sociedade, em especial os jovens, conheça a diversidade da qual fazem parte, cabendo principalmente aos profissionais em educação buscarem formas inovadoras de ensinar e despertar o interesse para a variedade da vida do meio ambiente.

As plantas estão presentes em praticamente todos os aspectos do cotidiano, na educação isto não seria diferente. Um dos temas a ser abordado no currículo escolar de ciências é o ensino de botânica e a educação ambiental, e para isto as atividades práticas desempenham um papel fundamental à aprendizagem (LEFF, 2001; KRASILCHIK, 2005). Dentre estas ações, as práticas em ambientes não-formais de educação, como museus e jardins botânicos, tornam-se um diferencial na experimentação científica dos alunos, levando-os a saírem da sala de aula e vivenciarem a ciência. Essas atividades tornam-se importantes ao ensino de ciências, pois expõe a biodiversidade, despertando a curiosidade e instigando questionamentos a partir da observação, podendo desenvolver o pensamento e o conhecimento científico de uma maneira diferente da proposta pela escola.

a) *Espaços não-formais de educação*

Primeiramente é importante distinguir o que é considerado um ambiente formal e não-formal de educação. A sociedade fundamenta a entidade da escola como a principal provedora de educação básica a população, sendo ela e os demais órgãos vinculados a sua instituição considerados como ambientes formais de educação. Partindo desta concepção, os ambientes não-formais de educação são aqueles que não estão diretamente vinculados à escola e a sua área física, mas que desempenham uma função educacional. Eles podem (ou não) se tornarem metodologias auxiliares ao ensino escolar, ou propiciarem uma aprendizagem informal e despretensiosa vinculadas ao lazer (OLIVEIRA; GASTAL, 2009).

A instituição da escola é um ambiente capaz de instruir e formar o cidadão, porém essa educação pode ser facilitada pela articulação de seus conhecimentos com as informações dispostas em ambientes como Museus Históricos, Museus e Centros de Ciências, Centros Tecnológicos, casas, clubes entre outros lugares e equipamentos culturais (MONTEIRO et al., 2009).

Para Queiroz et. al. (2011), os espaços não-formais de educação podem ser divididos em dois tipos, sendo eles: institucionalizados, que compreendem os ambientes que dispõe de planejamento, estrutura física e monitores qualificados para a prática educativa dentro deste espaço; e os espaços não institucionalizados, que possuem a área física para uma atividade educativa de construção científica, embora não possuam toda a estruturação e planejamento. Dentro dos espaços institucionalizados encontramos os museus, jardins zoológicos e jardins botânicos.

Os jardins botânicos possuem um papel importante na conservação *ex situ* da flora, além de fundamental para a realização de pesquisas no âmbito de questões relativas ao meio ambiente (PARREIRAS, 2003). Dentro das possíveis práticas a serem utilizadas nestes espaços encontra-se a realização de trilhas interpretativas, onde a pessoa é estimulada ao estar cercada pelo ambiente natural. As mesmas, também conferem um contato direto com o que se objetiva ensinar, auxiliando na comprovação de um conhecimento ou a observação de um fenômeno.

A presença de um guia nessa atividade é muito importante, pois ele atua como mediador

entre os conhecimentos e os visitantes. Os guias podem ouvir suas experiências e interesses a partir do diálogo, aproximando, traduzindo e reelaborando o conhecimento para aproximá-lo de sua realidade, explorando ao máximo o potencial pedagógico do local (ROCHA; TERÁN, 2011). Essa possibilidade de interação com o guia é um diferencial vantajoso sobre os trabalhos de campo estruturados no uso de recursos interpretativos, como placas e mapas, pois sem essas interações entre o visitante e seu guia não é possível adaptar a informação ao seu vocabulário, conferindo uma linguagem única, por vezes ineficiente, para todos os tipos de público (SANTOS; TERÁN, 2011).

Essas atividades com objetivo didático se apoiam principalmente em conceitos do modelo pedagógico Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), no qual os conhecimentos de educação científica, tecnológica e social são integrados com a experiência cotidiana dos indivíduos (SANTOS; MORTIMER, 2002). Desta forma, um bom planejamento e estudo prévio da atividade se faz necessário para alcançar o objetivo proposto. Com isso, espera-se estimular a formação de cidadãos críticos, com consciência social, capazes de construir conhecimento de maneira progressiva (MARANDINO; IANELLI, 2012).

b) *Como planejar uma trilha interpretativa guiada*

A realização de uma trilha é uma atividade muito favorável à educação, pois é dinâmica e não necessita de muitos recursos. Atentando-se apenas a alguns tópicos principais e com um bom planejamento já é possível realizar uma boa atividade. O sucesso de uma trilha está condicionado a uma boa avaliação e planejamento de todos os seus elementos, sendo definida principalmente pela sua extensão, localização e acessibilidade, estando sempre determinada em locais que não ofereçam riscos à segurança dos visitantes e que minimizem impactos ao ambiente.

Para iniciar o planejamento é necessário partir do pressuposto que o local de realização da trilha já tenha sido escolhido, além da delimitação do grupo e o tema a ser abordado. Depois de estabelecidos estes tópicos, já pode ser definida qual será a função esperada da trilha, escolhendo-se o tipo que melhor atende às necessidades do grupo e caracterizando qual a forma e o grau de dificuldade do percurso.

É importante que a pessoa responsável por conduzir o grupo conheça bem o local e que tenha feito pelo menos um reconhecimento preliminar da área que anteceda a execução da trilha, para não correr o risco de se surpreender com alguma adversidade durante o trajeto. A partir desta primeira experiência do guia ele deverá ser capaz de definir se o percurso é viável e atenda aos interesses do grupo.

As trilhas ocorrem em áreas abertas e são, portanto, suscetíveis à ação climática. O tempo pode causar alterações no trajeto como a derrubada de árvores, deslizamentos de terra, desmoronamentos, queimadas, alagamentos e até mesmo a morte de algumas espécies. Todas estas modificações tanto no relevo quanto na biota do local devem ser observadas antes de se iniciar o percurso com o grupo, não sendo aconselhada a prática em momentos de grandes enxurradas ou posteriores a elas. Para esses acontecimentos é interessante possuir um plano alternativo, como pegar um atalho mais seguro.

c) *Trilhas em jardins botânicos*

As trilhas realizadas em jardins botânicos são importantes instrumentos de ensino onde a diversidade vegetal é facilmente observável, sendo então um dos meios mais eficazes de aumentar o conhecimento e sensibilizar as pessoas. Estas atividades estimulam uma ligação do

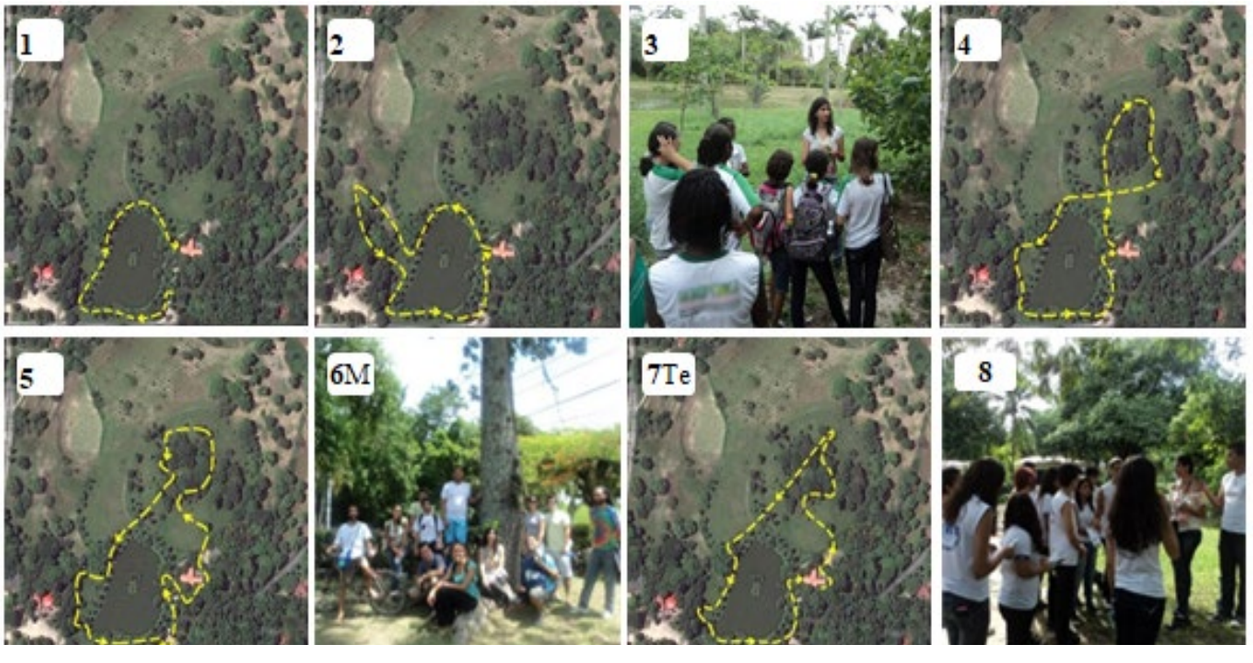
ser humano com seu meio natural, proporcionando maiores oportunidades de se chegar a um equilíbrio entre bem estar social e integridade ambiental (PIVELLI; KAWASAKI, 2005). Por estes motivos muitos trabalhos vêm sendo desenvolvidos para avaliações e planejamentos de trilhas interpretativas didáticas, esperando torná-las mais eficientes em alcançar seus objetivos.

Esta pesquisa teve como objetivo avaliar a eficiência de trilhas interpretativas guiadas abordando a preservação, risco de extinção, ocorrência das espécies, hábito, grupo botânico, características morfológicas, interações ecológicas, história e conhecimento etnobotânico, com diferentes públicos, sendo todas as atividades realizadas no Jardim Botânico da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

5.1.3 Material e métodos

Este estudo trata-se de uma pesquisa exploratória de campo (GILL, 2007; FONSECA, 2002), de natureza aplicada, na qual foram realizadas cinco trilhas guiadas, nomeadas como trilhas A, B, C, D e E (Figura 98), que ocorreram entre os anos de 2011 e 2013. As mesmas foram desenvolvidas no espaço do Jardim Botânico da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, de maneira guiada e, em algumas delas, com o uso de mapas, panfletos e atividades lúdicas complementares. Os grupos que participaram destas atividades foram compostos por alunos de pré-escola, ensino fundamental, ensino médio e ensino superior.

Figura 98 - Registro e percurso das trilhas A (1); B (2, 3); C (4); D (5, 6) e E (7, 8).



A caracterização de cada trilha seguiu as classificações propostas por Alcantara (2007), Andrade (2008) e Silva e Lorencini Junior (2010) que as descrevem segundo suas características bem como seus recursos de interpretação, a forma do percurso, o grau de dificuldade e sua função. Em seu planejamento todas as trilhas projetadas neste trabalho se caracterizam como trilhas interpretativas guiadas. De modo geral as trilhas realizadas seguiram a forma circular, iniciando preferencialmente próxima a sede ou a entrada principal do Jardim Botânico, onde os grupos aguardavam o momento da atividade com uma conversa informal ou apresentação formal dos temas referentes à trilha. A Tabela 59 mostra a caracterização das trilhas em relação ao nível de escolarização do grupo, ano de realização, temática abordada, função, recursos utilizados (além da trilha) e forma de avaliação.

Tabela 59 - Relação das trilhas e suas respectivas características.

Trilha	Nível de escolarização	Ano	Tema	Função	Recurso utilizado	Avaliação
A	Pré-escola	2011	Diversidade vegetal	Recreação e Lúdica	---	---
B	Ensino fundamental	2011	Morfologia vegetal e biologia da floral	Lúdica e educativa	---	---
C	Ensino superior	2011	Etnobotânica e taxonomia	Educativa	Apresentação em slides e Mapa	---
D	Ensino superior	2012	Etnobotânica	Educativa	Apresentação em slides	Relatos
E	Ensino médio	2013	Etnobotânica, morfologia vegetal, ecologia	Educativa	Apresentação em slides e Folder	Questionário

Para a realização deste estudo, seguindo uma abordagem qualitativa (MINAYO, 2001), os dados foram coletados por meio de observação descritiva para as trilhas A, B e C, relatos escritos para a trilha D, além de um questionário com perguntas abertas e fechadas (APOLINARIO, 2012) para a trilha E.

Para estas trilhas desenvolvidas no Jardim Botânico da UFRRJ, por se tratar de um ambiente onde são abordados os componentes florísticos, as temáticas adotadas foram: conhecimento etnobotânico (alimentícia, artesanal, madeireira, medicinal, ornamental, etc.), ocorrência (nativa, exótica, cultivada, invasora, entre outras), preservação e risco de extinção (espécies não ameaçadas, ameaçadas, vulneráveis, em perigo e criticamente em perigo), hábito (arbóreas, arbustivas, herbáceas, escandentes, entre outras), grupos taxonômicos e características morfológicas dos vegetais (observação da morfologia/biologia reprodutiva e vegetativa).

Foi preciso observar os limites que cada grupo possuía e os objetivos que se desejou alcançar. Por exemplo, não seria recomendado criar uma trilha auto-guiada para idosos com intensidade moderada a pesada. Neste caso os riscos à saúde e as dificuldades do caminho exauririam força física dos participantes diminuindo o aproveitamento da trilha e prejudicando a conquista do objetivo. Da mesma forma não seria indicado um trajeto curto e repetitivo a jovens de boa aptidão física, pois é muito provável que a trilha se tornaria tediosa e rápida demais.

5.1.4 Resultados e discussão

a) *Trilha A*

Esta trilha consistiu em acompanhar turmas da pré-escola por um percurso pelo Jardim Botânico ao redor do lago e realizar uma atividade de colagem em papel de figuras de árvores, além de um piquenique. Esta trilha foi um excelente exemplo de que o número de componentes do grupo influencia na capacidade do guia de passar as informações a todos, pois envolveu um número elevado de crianças muito jovens. A atividade foi viável devido à participação de pais, estagiários do Jardim Botânico, professores e funcionários do colégio, auxiliando na supervisão dos alunos.

A região por onde a trilha passou circundava o lago (Figura 98.1) onde havia alguns exemplares da espécie conhecida popularmente como ninfeia (*Nymphaea* sp.), o que atraiu bastante a atenção das crianças. Outras plantas ornamentais também lhes atraíram a atenção devido a suas cores e flores como as das famílias Malvaceae: *Malvaviscus arboreus* (chupetinha), *Hibiscus tiliaceus* L. (algodão-da-praia) e *Hibiscus rosa-sinensis* L. (hibisco), além de espécies da

família Fabaceae como a *Calliandra tweedii* Benth. (caliandra-vermelha).

A escolha temática recreacional da trilha está em acordo com a opinião dos autores Trivelato e Silva (2011) quando sugerem que "[...] na educação infantil, os conteúdos de aprendizagem estão fortemente impregnados de ludismo e assim se constituem como foco da atenção e interesse dos pequenos".

Pode-se dizer que esta trilha teve uma característica diferencial das demais que foi a de todos os responsáveis atuarem como guias das crianças. Cada guia abordou à sua maneira as observações ao longo da caminhada. Os professores e estagiários mostraram as diferentes flores, frutos, formas ou texturas das plantas, sendo que ao início da trilha foi feita uma pequena introdução sobre as plantas e o Jardim Botânico.

Nesta experiência foi possível trabalhar com as seis formas do desenvolvimento intelectual das crianças como proposto por Aranha (2011) sendo eles Linguagem, Percepção e discriminação auditiva, Percepção e discriminação visual, Esquema corporal e lateralidade, Orientação espacial e Orientação temporal.

b) *Trilha B*

Diferentemente da trilha anterior, essa foi formada por um grupo com aproximadamente 15 estudantes de diversas turmas de ensino fundamental de uma escola da rede pública do município de Seropédica (RJ), com a participação de professores e representantes da Secretaria de Educação.

A trilha teve função educacional a recreativa, abordando as características botânicas morfológicas das plantas (Figura 98.2 e 98.3). Esse tema foi escolhido por ser um assunto pertinente ao conteúdo escolar de ensino fundamental no ensino de Botânica, e por ser mais bem compreendido quando vistos na prática.

O momento em que esta trilha foi realizada foi muito propício, pois algumas espécies estavam em período de floração, o que chamou bastante atenção dos participantes com seu colorido e beleza, favorecendo a observação de características da biologia floral e seus polinizadores não apenas de espécies arbóreas, mas também espécies arbustivas e herbáceas ornamentais ou utilizadas como artesanais. Os alunos demonstraram especial interesse nos frutos secos (pixídios) da espécie *Lecythis pisonis* Camb. (sapucaia, Lecythidaceae), além de várias espécies com flores como o *Handroanthus chrysotrichus* (Mart. *ex* DC.) Mattos (ipê-amarelo, Bignoniaceae).

Como foram discutidas muitas curiosidades a respeito destas espécies, sempre se perguntava aos participantes se eles já haviam aprendido algum destes conteúdos na escola ou por qualquer outro meio, sejam eles meios de comunicação (televisão, internet, revistas, entre outros), observações pessoais com familiares ou em sua comunidade.

c) *Trilha C*

Nesta atividade, participaram aproximadamente 25 estudantes de diversos cursos de Ensino Superior da UFRRJ (Cursos de Engenharia Agronômica, Engenharia Florestal, Ciências Biológicas, História, entre outros) além dos próprios estagiários do Jardim Botânico que se interessaram pelo assunto. Primeiramente foi realizada uma apresentação discorrendo sobre as espécies que seriam observadas e seus usos. Percorreu-se um caminho em forma de oito onde foi planejada a visitação de 14 espécies de árvores (Figura 98.4). A temática intitulada

"*plantas arbóreas úteis*" (plantas que são utilizadas pelo homem devido a alguma propriedade que possuem) foi escolhida por perceber um elevado interesse dos estudantes no assunto, principalmente aqueles de áreas agrárias. Como esse grupo era composto por estudantes universitários já se pressupunha um caráter de conhecimentos prévios completamente diferentes dos grupos anteriores. Os participantes já possuíam expectativas e interesses definidos por eles próprios dentro da temática proposta na descrição da trilha oferecida.

A interação com esse grupo foi muito satisfatória, visto que quase a totalidade dos integrantes demonstraram interesse pelo tema. Embora este perfil seja predominantemente característico em estudantes de áreas agrárias e biológicas, os estudantes de áreas humanas demonstraram grande satisfação pela atividade, participando avidamente das discussões e em alguns momentos sendo auxiliados pelos outros alunos a compreender determinados conteúdos botânicos, buscando as respostas de seus questionamentos a partir de suas próprias conclusões, estimulando os debates e construções de conceitos. O grupo teve um grande interesse na propriedade da saponina encontrada na espécie *Sapindus saponaria* L. (sabão-de-soldado, família Sapindaceae).

d) *Trilha D*

Esta trilha possuía a mesma temática da trilha C, porém foi uma experiência completamente distinta. Este grupo era composto por estudantes de graduação que estavam cursando a disciplina de Etnobotânica e Botânica Econômica, oferecida pelo Departamento de Botânica da UFRRJ. Essa disciplina aborda especialmente as propriedades inerentes à determinadas espécies vegetais, das quais o homem pode fazer uso tradicionalmente.

Devido ao conhecimento prévio dos participantes, não foi necessário explicar os conceitos etnobotânicos, iniciando a apresentação teórica pelas espécies e suas características. Essa trilha tornou-se mais uma troca de conhecimentos e não somente uma passagem de informações unicamente pelo guia.

Primeiramente foram selecionadas várias espécies a partir de um banco de dados elaborado durante um estágio de Bolsa de apoio técnico-acadêmico do Jardim Botânico contendo plantas das quais podem ser extraídos compostos medicinais, mas que também possuíam outras propriedades interessantes. O enfoque principal foi nas plantas com propriedades medicinais por este ser um assunto muito interessante, como foi afirmado pelos demais estudantes. Novamente foi utilizada uma apresentação teórica inicial, com informações e imagens referentes às espécies que seriam vistas na atividade. Ao final da apresentação todos caminharam para o Jardim Botânico onde a trilha teve início no portão de entrada (Figura 98.5 e 98.6).

Durante a apresentação teórica o grupo fez algumas observações e questionamentos contribuindo com outros usos populares que conheciam a respeito das espécies selecionadas. No decorrer do percurso novas espécies foram incluídas na trilha pela curiosidade e exigência dos próprios alunos. Os alunos mostraram-se bastante interessados nas espécies usadas na confecção de bebidas e licores como o *Anacardium ocidentale* L. (cajueiro, família Anacardiaceae) e *Genipa americana* L. (genipapeiro, família Rubiaceae), além de espécies que possuem sementes comestíveis como a *Bombacopsis glabra* (Pasq.) A. Rob. (castanha-do-maranhão, família Malvaceae) e a *Pachira aquatica* Aubl. (munguba, família Malvaceae). Após as atividades, alguns alunos entregaram um depoimento com suas opiniões sobre a trilha. De uma maneira geral, a opinião obtida da trilha foi positiva e gratificante por parte dos estudantes.

e) *Trilha E*

Esta trilha foi realizada com duas turmas de ensino médio do Colégio Técnico da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (CTUR), acompanhada pelo professor de Biologia responsável pelas turmas 1 e 2 do curso técnico em Meio Ambiente. A turma 1 era formada por alunos que cursavam o ensino técnico e ensino médio regular, enquanto na turma 2 os alunos cursavam apenas o ensino técnico.

A partir do perfil conhecido da turma, um grupo composto por estudantes de ensino médio técnico em meio ambiente, esperava-se que eles tivessem interesse por um tema que abordasse a importância do meio ambiente e de sua preservação, portanto a trilha chamava-se: "Trilhas das espécies arbóreas úteis do Jardim Botânico da UFRRJ" objetivando também mostrar a importância da preservação destas espécies necessárias ao homem e ao equilíbrio biológico.

No percurso planejado realizou-se uma trilha circular partindo da sede do Jardim Botânico, entrando na área de mata ao centro da propriedade (Figura 98.7 e 98.8). Para essa trilha foram escolhidas 16 árvores assinaladas em um mapa que foi distribuído juntamente com os nomes das espécies e um pequeno texto sobre o Jardim Botânico e o pau-brasil (*Caesalpinia echinata* Lam.), tema escolhido para ilustrar a importância da preservação das espécies a partir de sua utilidade ao homem. No final da atividade foi entregue um questionário para que os alunos registrassem suas observações (Quadro 1).

Quadro 1 - Questões oferecidas aos alunos ao final da trilha E.

Idade:_____ Sexo: ( ) Feminino ( ) Masculino

Escola que estudou no fundamental: ( ) Pública ( ) Particular

I. Já teve contato com plantas na região onde mora ou por familiares: ( ) Sim ( )Não

II. Por meio de que: ( ) Cultivo por familiares ( ) Arborização de ruas ( ) Jardins

( ) Lugares que frequenta ( ) Aulas na escola ( ) Comércio

Outros:_____

III. Quando o professor falou da trilha o que você imaginou que seria?

IV. Dentre esses temas, qual você gostaria de ver em uma trilha no Jardim Botânico?

( ) Preservação de espécies ameaçadas ( ) Plantas artesanais e tintoriais ( ) Plantas ornamentais

( ) História das plantas exóticas ( ) Plantas medicinais ( ) Plantas úteis

V. Depois de realizar a trilha o que você achou?

Observações na turma 1

Ambos os grupos da turma 1, chegaram bastante entusiasmados para a trilha e vários alunos pediram inclusive para gravar o áudio das explicações durante todo o percurso. Foi uma experiência encantadora, pois não satisfeitos em gravarem a trilha, muitos fizeram anotações em blocos e perguntavam sobre diversos assuntos correlatos.

Nesses grupos alguns alunos fotografaram todas as plantas das quais falamos. Os maiores interesses da turma foram nas flores e frutos da *Couroupita guianensis* Aubl. (abricó-de-macaco, família Lecythidaceae), no pigmento extraído dos frutos de *Genipa americana* L. (genipapeiro, família Rubiaceae), bem como sua importância cultural e no preparo de bebidas, além de todos os aspectos do pau-brasil, principalmente a sua pigmentação, quando foi mostrado o corte de um ramo onde se via claramente o cerne bem avermelhado.

Resultados dos questionários da turma 1

A turma era formada por 26 estudantes com idades entre 13 a 16 anos e em sua maioria cursaram escola pública no ensino fundamental (15 alunos).

Quando perguntado se eles já haviam tido contato com as plantas na região na qual moram ou por meio de familiares todos responderam positivamente e complementaram na pergunta seguinte, onde havia opções de formas de contatos com as plantas. Suas principais respostas foram "cultivo por familiares" e "lugares que frequenta", logo em seu ambiente familiar existe o incentivo ao contato com as plantas. Em relação a grande porcentagem de marcações da opção "lugares que frequenta" a justificativa dos alunos foi devido ao próprio colégio que se encontra em uma área rural, porém nem todos os alunos se atentaram a esse fato.

Duas perguntas discursivas foram feitas no questionário. A primeira era pertinente às expectativas que eles criaram quando o professor informou sobre a realização da trilha. Alguns alunos reconheceram a trilha como uma atividade recreativa, caracterizando-a em geral como algo divertido e lúdico. Outros alunos imaginaram uma caminhada por uma área, onde seriam apresentadas informações de várias espécies de plantas. Já alguns alunos acharam que seria uma observação de plantas, animais e suas interações. Uma das alunas ainda comentou que seria uma forma de aula fora do ambiente escolar, como é realmente umas das propostas de trilhas, visando dinamizar o aprendizado fora da escola.

A segunda pergunta questionava a respeito do que acharam da trilha que fizeram. Em sua maioria eles a classificaram como uma atividade divertida e dinâmica, com alguns relatos que gostariam de voltar e que se sentiram mais estimulados a aprender. Muitos gostaram de observar as espécies e aprender sua importância, seja devido às suas propriedades (quando existe interesse econômico/cultural) ou sua preservação. Todos classificaram a trilha de forma positiva, havendo apenas uma requisição, a de que eles tivessem mais tempo para olharem as plantas, pois uma espécie não foi visitada devido ao tempo restrito.

Ainda lhes foi perguntado quais temáticas mais lhes agradariam em outra trilha e os mais requeridos pela turma foram os temas "Preservação de espécies ameaçadas" e "História das plantas", esta última devido principalmente ao relato da exploração histórica do pau-brasil. Uma aluna marcou todas as opções da pergunta, justificando que todas eram interessantes.

Turma 2

A turma 2 era composta por muitos alunos, e por este motivo foi dividida em dois grupos (grupo A e grupo B) que realizaram as trilhas em momentos separados.

O grupo A era bastante reservado e pouco interagiu durante o percurso. Já o grupo seguinte, grupo B, era composto por alunos falantes e questionadores, que perguntavam sobre qualquer curiosidade, tendo interesses parecidos com os da turma 1. Um dos alunos mostrou um conhecimento prévio dos empregos de *Anacardium occidentale* L. na medicina tradicional,

antes mesmo da explicação.

O grupo A foi uma ótima experiência para se observar um fator importante em trilhas, que elas devem ser atividades dinâmicas em que o condutor e os participantes interajam para a construção do conhecimento. Quando esta intenção de interagir parte apenas de um dos lados a comunicação torna-se falha e o alcance de seu objetivo é prejudicado. Esta afirmativa encontra-se em acordo com Menghini e Guerra (2008) que também acreditam que o aprendizado e a percepção ambiental surgem como consequência do diálogo e a reflexão da ação entre os componentes desta atividade.

Resultados dos questionários da turma 2

Essa segunda turma era um grupo maior composto por 28 meninas e 15 meninos, com idades que variavam de 14 a 28 anos (apenas um aluno com 48 anos) e frequentaram em sua maioria escola pública durante o ensino fundamental.

Um aluno afirmou não ter qualquer contato com plantas em sua vida pessoal, porém os demais alunos relacionaram mais de uma forma em que as plantas estão presentes no seu dia a dia. Novamente muitos relacionaram o ambiente do colégio como um destes meios. Este grupo também apresentou mais referências ao seu aprendizado de botânica na escola.

Com relação à primeira pergunta discursiva as respostas foram semelhantes às da turma 1, com a diferença de que muitos acreditaram que caminhariam em excesso em uma área de floresta fechada. Nessa turma também houve respostas que demonstraram certa rejeição pelo ambiente aberto com plantas e insetos, porém os mesmos mudaram sua opinião ao final de atividade respondendo a última pergunta sempre do questionário (que perguntava sobre a satisfação com a atividade) de forma positiva.

As opiniões da atividade foram apenas elogios e relatos de grande satisfação e aprendizado semelhante a turma 1, apenas um aluno respondeu, de forma controversa, que achou a trilha um pouco desanimada, mas a achou interessante. Ele fazia parte do grupo que não interagiu com a atividade, portanto sua opinião foi justificável, embora os demais alunos deste grupo tenham respondido de forma positiva a esta questão.

Com relação às suas áreas de interesse poucos selecionaram mais de um tema, preferindo a realização de uma trilha referente a "Espécies ameaçadas de extinção". Muitos alunos também questionaram bastante ao longo da trilha sobre espécies que possuem propriedades empregadas na medicina e isto refletiu em seus questionários, como o segundo tema mais requisitado por eles.

5.1.5 Conclusão

A partir dos resultados das trilhas pode-se notar que os perfis dos grupos coincidiram com os interesses esperados. As observações feitas nas trilhas pelos visitantes foram de fácil compreensão e aceitação, devido principalmente à metodologia utilizada e seu planejamento, demonstrando assim a importância de um guia bem preparado para que a atividade obtenha sucesso.

De modo geral os participantes das trilhas conseguiram problematizar as belezas do Jardim Botânico, mesmo que para alguns tenha sido necessário superar seus preconceitos em relação às plantas. As trilhas foram também fonte de diversão atendendo ao lado lúdico do ensino, em especial com grupos de crianças mais jovens. Embora este público necessite de maiores cuidados e supervisão constante de responsáveis, ainda é possível se divertir e desfrutar de seu ambiente,

como visto na experiência da trilha A.

Mesmo com a variação entre as experiências pode-se afirmar que todas elas foram bem sucedidas e alcançaram seus objetivos mesmo que parcialmente. Apesar de que, em alguns momentos das trilhas, todas tenham divergido do planejamento por interferência dos próprios integrantes do grupo, essas alterações contribuíram bastante para o enriquecimento das atividades. As trilhas são na verdade instrumentos dinâmicos em que devem ser esperadas contribuições dos seus participantes. Essas atividades não devem partir de um planejamento estático sem considerar os possíveis conhecimentos prévios de cada integrante do grupo, pois as trilhas devem proporcionar momentos de interação dos participantes através da troca de informações e experiências, permitindo assim uma socialização do conhecimento.

Por fim, a partir das reflexões e observações do presente trabalho, pode-se afirmar que as trilhas interpretativas guiadas em espaços não formais de educação podem e devem, sempre que possível, serem usadas como ferramentas metodológicas alternativas e complementares ao ensino de Botânica e áreas correlatas.

5.2 ESPAÇO DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE E EDUCAÇÃO NÃO FORMAL: O JARDIM BOTÂNICO DA UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO

Thainá Alves dos Santos & Maria Veronica Leite Pereira Moura

5.2.1 Resumo

Jardins botânicos são instituições destinadas à conservação do meio ambiente, ao lazer, à cultura e à educação, destacando-se como um espaço não formal de educação. Nesse sentido, essa pesquisa buscou analisar se uma atividade prática realizada em um jardim botânico, associada ao embasamento teórico adquirido na escola, poderia contribuir para a aprendizagem sobre morfologia vegetal, tema abordado durante as aulas de ciências ministradas para o 7° ano do Ensino Fundamental. A atividade foi realizada no Jardim Botânico da Universidade Federal Rural do Rio de janeiro, localizada no *campus* de Seropédica, estado do Rio de Janeiro. Foram aplicados questionários anônimos pré-teste e pós-teste, com questões abertas, para uma turma de uma escola da rede municipal de Seropédica (RJ). O resultado encontrado nas respostas dos questionários indica que o Jardim Botânico é um laboratório ao ar livre rico em materiais para as aulas de ciências, podendo proporcionar uma excelente interatividade e aprendizagem do conteúdo. É um espaço de educação que torna o ensino de ciências mais atrativo e menos superficial, podendo vincular os temas abordados em sala de aula com o cotidiano do aluno. Assim, espera-se que essa atividade tenha gerado consciência ambiental para os alunos e faça com que retornem a este espaço não formal.

Palavras chave: Botânica. Ciências. Educação não formal.

5.2.2 Introdução

As plantas, independentemente de seu tamanho, beleza ou utilidade para a sociedade contemporânea, são os objetos da Botânica (FILGUEIRAS, 2008). Estas podem participar da vida do homem de diversas maneiras, como na alimentação, vestuário, mobiliário, combustível, na fabricação de papel, remédios, fornecendo oxigênio e indiretamente, na interceptação e infiltração de água no solo, como também no controle da erosão, entre outros.

Os alunos, como cidadãos, apresentam o direito de conhecer mais sobre esse conteúdo e entender a sua realidade. No entanto, o ensino de botânica nos diferentes níveis escolares vem sendo marcado por problemas que acarretam na deficiência de aprendizado do assunto.

É notório que muitos professores tiveram formação insuficiente no conteúdo de botânica, portanto não tendo como nutrir entusiasmo e obviamente não conseguindo motivar seus alunos no aprendizado. Como consequência, as crianças e jovens se entediam e se desinteressam pela botânica (SALATINO; BUCKERIDGE, 2016). Santos e Ceccantini (2004) afirmam que muitos professores se desviam dessas aulas, programando-as para o final do ano letivo, por medo e insegurança em falar desta temática. No momento que o conteúdo de botânica é abordado em sala de aula, geralmente de forma superficial e fragmentada, são explorados muitos termos e definições de difícil assimilação, que são desvinculados da realidade do aluno. É bem provável que os alunos estejam vivendo uma desconexão de suas experiências, uma vez que as aulas de botânica são, em sua maioria, unicamente baseadas na aprendizagem de nomenclaturas e regras, muito comuns no ensino tradicional (SILVA, 2008). Tal fato pode implicar na ausência da construção de significados, sendo apenas termos sem sentido, um conhecimento abstrato, longe de exemplos do cotidiano do aluno. Assim, o estudante apresenta dificuldade em relacionar o conteúdo abordado em sala de aula com a realidade, perdendo o interesse em aprender.

Ramos e Silva (2013) afirmam que os conceitos científicos/sistematizados dos conteúdos biológicos não são apropriáveis de maneira simples pelos alunos, sendo necessário que o professor como sujeito mediador entre esses conhecimentos sistematizados e os alunos da educação básica, domine o conhecimento de tais conceitos para que possa reelaborá-los pedagogicamente e torná-los acessíveis no processo de ensino aprendizagem.

Dificuldades enfrentadas pelos alunos no processo de ensino-aprendizagem podem estar relacionadas a diversas situações. Além disso, despertar nos alunos o interesse pela botânica é um desafio em algumas salas de aula, principalmente se a proposta de ensino for baseada em métodos convencionais, restritos aos livros didáticos e aulas expositivas que não atendem a real situação na qual o estudante está inserido (MELO et al., 2012).

a) *Educação não formal aliada à escola*

Aprender sobre as plantas e suas relações ecológicas não se limita apenas aos muros da escola. Uma maneira possível de contribuir para a construção deste conhecimento é a utilização de espaços não formais de educação. Os espaços fora do ambiente escolar, mais comumente conhecidos como não formais, são percebidos como recursos pedagógicos complementares às carências da escola, como por exemplo, a falta de laboratório, que dificulta a possibilidade de ver, tocar e aprender fazendo (BIANCONI; CARUSO, 2005).

O eixo temático "Vida e Ambiente" dos Parâmetros Curriculares Nacionais destaca que:

> A aprendizagem sobre a diversidade da vida pode ser significativa aos alunos mediante oportunidades de contato com uma variedade de espécies que podem observar, direta ou indiretamente, em ambientes reais,

> considerando-as como um dos componentes de sistemas mais amplos. São pesquisas que devem proporcionar aos alunos conhecimentos sobre as formas e as funções do corpo relacionados aos hábitos e habitats de seres vivos, contribuindo para formar um painel amplo e interessante sobre a vida na Terra (BRASIL, 1998).

Segundo Gadotti (2005), a educação não formal, embora obedeça também a uma estrutura e a uma organização, diverge ainda da educação formal no que se refere a não fixação de tempos e locais e à flexibilidade na adaptação dos conteúdos de aprendizagem a cada grupo.

A educação não formal capacita os indivíduos a se tornarem cidadãos do mundo, no mundo. Sua finalidade é abrir janelas de conhecimento sobre o mundo que circunda os indivíduos e suas relações sociais. Os indivíduos adquirem conhecimentos de sua própria prática, os indivíduos aprendem a ler e a interpretar o mundo que os cerca. Em hipótese alguma ela substitui ou compete com a educação formal escolar. Poderá ajudar na complementação desta última, via programações específicas, articulando escola e comunidade educativa localizada no território de entorno da escola (GOHN, 2006).

Estabelecer um contato com a riqueza de espécies, associada à beleza do ambiente natural e considerar os conhecimentos prévios dos alunos poderá os sensibilizar e ser motivador para a construção de novos conhecimentos. As aulas de ciências desenvolvidas em ambientes naturais têm sido apontadas como uma metodologia eficaz tanto por envolverem e motivarem crianças e jovens nas atividades educativas, quanto por constituírem um instrumento de superação da fragmentação do conhecimento (SENICIATO; CAVASSAN, 2004).

Alguns autores destacam a importância do ensino de botânica em espaços não formais. Santos e Filho (2013) realizaram um trabalho sobre o ensino de botânica no Ensino Fundamental e Médio a partir de atividade teórico-prática no Jardim Botânico Rodrigues Alves (PA); Dias et al. (2009) relataram a experiência com atividades de botânica, com alunos do Ensino Médio, procurando atender aspectos da interdisciplinaridade e contextualização em um jardim botânico no Paraná; Borges e Paiva (2009) utilizaram um jardim sensorial como ferramenta para o ensino de Botânica; Faria e Faria (2007) propõe sugestões de abordagens de conceitos ecológicos em aulas de campo no Jardim Botânico do Rio de Janeiro (RJ), entre outros.

A perspectiva ambiental oferece instrumentos para que o aluno possa compreender os problemas que afetam sua vida, a de sua comunidade, a de seu país e a do planeta. As áreas verdes urbanas se prestam de maneira exemplar para esta prática, pois ao mesmo tempo em que colocam o aluno em contato com a "natureza", nos permitem sensibilizá-los para sua conservação (GUERRA et al., 2002).

b) *Jardins botânicos e seus propósitos*

Os jardins botânicos são locais adequados para o ensino de ciências, por oferecerem uma gama de recursos naturais a serem observados. Segundo Queiroz et al. (2011), o professor pode usufruir de diversos recursos para promover a apreensão e reflexão dos conteúdos tratados em sala de aula, ou encontrar benefícios ao visitar um ambiente como este, como o contato com o ambiente natural e seus fenômenos, causando ao aluno uma sensibilização ecológica.

Ao longo do tempo, os jardins botânicos foram redefinindo seus propósitos. Segundo Bediaga (2007), as origens remontam do século XVI, quando foram criados com o objetivo de cultivar e estudar plantas de uso medicinal. Buscava-se identificar vegetais com potenciais

terapêuticos e comprovar suas propriedades, formando-se assim as primeiras coleções de plantas desidratadas para fins científicos. Os jardins botânicos da Europa alteraram suas funções exercidas gradativamente com o crescimento das coleções vivas. Inicialmente, os jardins botânicos dedicavam-se à aclimatação de plantas e, posteriormente, ao estudo científico dos vegetais. Hoje em dia, além de desempenharem o papel de conservar a biodiversidade e ser um espaço de lazer, estão envolvidos em promover a educação ambiental.

Segundo Pereira e Costa (2010), o Brasil dispõe atualmente de 34 jardins botânicos, localizados em 17 estados, com maior concentração na região Sudeste. Estes estão reunidos na Rede Brasileira de Jardins Botânicos, cujos objetivos são estimular a cooperação entre jardins botânicos e instituições congêneres; estimular o estudo da botânica e a conservação da biodiversidade; e apoiar a criação e desenvolvimento de novos jardins botânicos.

O Jardim Botânico da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) está situado dentro do *campus* universitário, no município de Seropédica (RJ). Esse propicia não somente um espaço de lazer para a comunidade, mas também um espaço de conservação, pesquisa e educação não formal para estudantes, funcionários da Universidade e para a comunidade do seu entorno.

O ensino em jardins botânicos pode criar oportunidades para que as pessoas aprendam mais sobre plantas, seus habitats e as ameaças que elas enfrentam. Além disso, pode as ajudar a compreender o papel dessas instituições na conservação das plantas e desempenhar um papel importante no desenvolvimento de atitudes, comportamentos e habilidades necessárias para resolver problemas ambientais. Através do ensino em jardins botânicos, as pessoas podem conhecer o seu lugar no ecossistema e explorar maneiras de reduzir o seu impacto sobre o meio ambiente (WILLISON, 2003).

Assim, essa pesquisa teve como objetivo analisar se uma atividade prática realizada em um jardim botânico, associada ao embasamento teórico adquirido na escola, poderia contribuir para a aprendizagem sobre a morfologia vegetal, um dos temas abordados durante as aulas de ciências ministradas para o 7° ano do Ensino Fundamental.

5.2.3 Material e métodos

O trabalho foi realizado em quatro etapas: a primeira consistiu na aplicação de um pré-teste para alunos de uma escola pública; a segunda, na visita dos alunos ao Jardim Botânico, da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro; a terceira, na aplicação do pós-teste; e a quarta, na análise e interpretação dos dados obtidos através dos questionários.

A escola foi selecionada em virtude da participação no subprojeto Ciências Biológicas, do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID), da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Estabeleceu-se um contato com a Secretaria de Municipal de Educação de Seropédica (RJ) e a direção da escola para apresentação da pesquisa e obtenção da autorização para o seu desenvolvimento. O professor responsável pela turma foi contatado, para obtenção de informações sobre o conteúdo de botânica que estava sendo ministrado nas aulas de ciências. Em seguida, foi realizada uma consulta no conteúdo programático do capítulo "O Reino das Plantas", apresentado no livro didático intitulado "Projeto Araribá" da Editora Moderna, utilizado pelo professor.

A pesquisa foi realizada nos meses de outubro e novembro de 2014, com alunos regularmente matriculados em uma turma do 7° ano do Ensino Fundamental. Os discentes envolvidos na pesquisa, com garantias éticas do sigilo de seus nomes, foram convidados a participar e obtiveram explicações prévias acerca das atividades a serem desenvolvidas, podendo

desistir da pesquisa em qualquer momento.

Foram utilizados questionários anônimos, sem qualquer identificação, como instrumento de pesquisa. Um mês após o professor ministrar as aulas, sobre o conteúdo de botânica, foi aplicado o pré-teste, na forma de questionário com perguntas abertas (APPOLINÁRIO, 2012). O pré-teste foi aplicado durante uma aula de ciências, com a supervisão do professor responsável pela turma, tendo como objetivo investigar os conhecimentos obtidos dos alunos no espaço escolar e verificar possíveis dúvidas. Os questionários apresentaram três questões abertas que versavam sobre: jardim botânico, a importância das plantas, as angiospermas e as gimnospermas.

a) *Atividade no jardim botânico*

Os estudantes envolvidos na pesquisa foram recebidos na sede do Jardim Botânico da UFRRJ, para uma apresentação oral sobre meio ambiente, biodiversidade, conservação e preservação vegetal, biomas brasileiros, importância econômica das plantas, história e a importância dos jardins botânicos. Após a apresentação, os alunos foram guiados para o arboreto com o objetivo de vivenciarem na prática o que foi visto durante as aulas de ciências. Ao longo da caminhada, sem um percurso previamente determinado, os alunos foram estimulados a observar as plantas, as quais foram apresentadas de acordo com o interesse e questionamento dos estudantes e assim, foram destacadas as características morfológicas das plantas (raízes, troncos, folhas, espinhos, acúleos, flores, etc.), bem como particularidades sobre utilidades, ecologia e a história de exploração das espécies, de modo que os alunos também pudessem apontar seus conhecimentos prévios. Ao término da caminhada, os alunos retornaram à sede e foi aplicado o questionário, utilizado como pós-teste, como avaliação qualitativa da aprendizagem e a aplicabilidade de uma atividade em espaço de educação não formal.

b) *Análise dos questionários*

A metodologia utilizada fez uso de um questionário composto por perguntas abertas, que proporcionou liberdade ao participante para expor suas ideias. Os dados obtidos foram reunidos, organizados, quantificados e tabulados em uma planilha para o cálculo da porcentagem de citações dentro de cada categoria. Assim, as respostas foram agrupadas e categorizadas de acordo com suas características semelhantes.

5.2.4 Resultados

Dos 30 estudantes matriculados na turma do 7º ano do Ensino Fundamental, um total de 28 respondeu ao pré-teste, com a faixa etária variando de 12 a 16 anos.

a) *Análise dos conhecimentos prévios dos alunos obtidos através da aplicação do pré-teste:*

Questão 1: *Para que serve um jardim botânico?*

A análise da concepção prévia dos alunos sobre qual é o objetivo de um jardim botânico baseou-se no conteúdo da Resolução Número 339 de 25 de setembro de 2003 do Conselho Nacional do Meio Ambiente, que define que os jardins terão como objetivo "[...] promover a pesquisa, a conservação, a preservação, a educação ambiental e o lazer compatível com a finalidade de difundir o valor multicultural das plantas e sua utilização sustentável".

Após a análise, as respostas foram agrupadas nas categorias: "Conhecimento", "Conservação", "Lazer", "Conservação/Conhecimento", "Lazer/Conhecimento", "Conservação/Lazer" e "Pesquisa Científica". A categoria que obteve maior quantidade de respostas foi "Conhecimento" (35%). Como, por exemplo, pode ser observada através da resposta: "*Para conhecer outros tipos de plantas.*" Logo após, com 20% das respostas, a categoria "Conservação". Nessa categoria foram englobadas as respostas com os termos "cuidar" e "preservar", ficando evidente que os alunos demonstraram não saber distinguir os conceitos de conservação e preservação. Dentre as respostas, vale destacar algumas: "*O Jardim Botânico serve para cuidarmos das plantas*" e "*Preservar as flores.*" Nas respostas (15%) que se enquadraram na categoria "Lazer", os sujeitos citaram "*O Jardim Botânico é um ponto turístico no qual apresenta plantas*". Alguns alunos deram respostas que se enquadram em mais de uma categoria. Assim, foram criadas categorias agrupando ambas as respostas. Na categoria "Conservação/Conhecimento" (15%) uma resposta merece ser destacada:

"*Serve para mostrar a importância das espécies que existem no Brasil e que são raras, para mostrar aos visitantes que vão lá para ver as plantas.*"

O restante das respostas se enquadra nas categorias "Lazer/Conhecimento" (5%), "Conservação/Lazer" (5%) e "Pesquisa Científica" (5%). Destacando-se a resposta "O*s jardins botânicos servem para fazer experiências com as plantas*".

Questão 2: *Qual a importância das plantas? Dê exemplos de plantas que estão presentes no seu dia a dia.*

Durante a aplicação do pré-teste muitos alunos disseram não saber responder a questão. As respostas dos alunos foram agrupadas nas seguintes categorias: "Alimentação", "Consciência Ambiental", "Cuidados com as plantas", "Medicinal", "Respiração", "Alimentação/Respiração", "Não sei". Nessa questão, a categoria "Respiração" obteve maior número de respostas (30%). Nas respostas os alunos apresentaram uma visão utilitarista, como pode ser observado na resposta: "*as plantas são importantes para nossa respiração, nos fornecendo oxigênio, e também para nossa alimentação e saúde*". Na categoria "Consciência Ambiental" foram inseridas respostas naturalistas (20%), afirmando que as plantas são importantes para todo o meio ambiente. Quanto ao uso medicinal (10%), o destaque para as citações: "*algumas plantas fazem bem para saúde"* e "*das plantas pode-se fazer chás*". Na categoria "Cuidado com as plantas" (10%) ocorreu uma falha na interpretação da pergunta e um aluno respondeu: "*Não pode deixar ela no sol, tem que molhar ela todos os dias para dar flores e frutos.*" Poucas respostas foram incluídas nas categorias "Alimentação" (5%) e "Alimentação/Respiração" (10%). Alguns estudantes (10%) informaram que não sabiam ou deixaram em branco a questão (5%).

Com relação à citação de exemplos de plantas presentes no cotidiano dos estudantes, a maioria (30%) listou mangueira, coqueiro, pé de acerola, goiabeira, limoeiro e laranjeira, incluídas na categoria "Frutíferas". Algumas respostas foram inseridas na categoria "Ornamentais" (20%), como os exemplos "ipê, a samambaia, a roseira e o lírio". Alguns estudantes (15%) citaram plantas utilizadas na alimentação (alface, couve e quiabo) que entraram na categoria "Verduras". Na categoria "Medicinais" (10%), os estudantes listaram o "capim limão, o boldo e o hortelã", relacionando-as com a melhoria na qualidade da saúde. Em contrapartida, um número significativo de alunos (25%) não respondeu à questão, alegando não conhecer nenhuma planta.

Questão 3: *Qual a diferença entre "Gimnosperma"* e Angiosperma?*

Para análise da concepção prévia dos alunos sobre a diferença entre os grupos vegetais

que apresentam sementes, angiospermas e "gimnospermas", baseou-se no conceito adotado por Filgueiras (2008). O autor define que a característica principal do grupo das "gimnospermas" é a presença de sementes nuas, isto é, as sementes não são produzidas dentro de um fruto, são apenas parcialmente protegidas por escamas foliares, endurecidas. As sementes formam-se em estruturas especiais chamadas estróbilos. Suas folhas são curtas, rígidas, em forma de agulha. Com relação às angiospermas, estas caracterizam-se por possuírem flores verdadeiras e pelo fato de suas sementes se desenvolverem dentro do fruto. A maioria (40%) das respostas dadas pelos estudantes estava correta. Destaca-se que o professor da turma, no momento da aplicação do pré-teste, verificando que os alunos não estavam conseguindo responder a questão, procurou ajudá-los na elaboração da resposta, mesmo tendo sido previamente solicitado para que não o fizesse. Muitos estudantes (30%) responderam de modo errado a questão. Alguns estudantes (10%) utilizaram as informações do livro didático para elaboração da resposta, como podemos observar na citação: "*Angiospermas têm diversos tamanhos e ampla distribuição geográfica. Gimnospermas têm grande porte e vivem preferencialmente em regiões de clima frio e temperado*". Outros alunos (20%) informaram que não sabiam a diferença entre os grupos.

b) *A atividade realizada no Jardim Botânico da UFRRJ*

Um total de 24 alunos participou da atividade realizada no Jardim Botânico, acompanhados pelo inspetor, uma professora que ministra aulas de Ciências e uma auxiliar da Escola. Os alunos foram recebidos na sede do jardim para uma palestra e apresentação da atividade que iria ser realizada. A seguir, foram consultados se já tinham visitado um jardim botânico, sobre o que era um jardim botânico e qual a sua finalidade. Deu-se início a um debate, até ser construído um conceito, em conjunto, sobre jardim botânico. Finalizou-se discorrendo sobre o Jardim Botânico da UFRRJ, seu papel e sua história. Ao término da discussão, os alunos foram convidados a fazerem uma caminhada pelo arboreto, sem um percurso previamente determinado. Teve-se a preocupação de ser escolhido caminhos de fácil acesso, uma vez que havia um estudante portador de necessidade especial, isto é, cadeirante, que desejou fazer todo o trajeto da caminhada. O percurso teve duração de aproximadamente 60 minutos.

Ao longo da caminhada foram observadas as espécies botânicas: *Paubrasilia echinata (Lam.) Gagnon, H.C.Lima & G.P.Lewis.* (pau-brasil), *Bambusa* sp. (bambu), *Theobroma cacao* L. (cacaueiro), *Couroupita guianensis* Aubl. (abricó de macaco), *Ceiba speciosa* (A. St.-Hill.) Ravenna (paineira), *Lecythis pisonis* Camb. (sapucaia), *Pinus oocarpa* Schiede *ex* Schltdl (pinheiro-ovo), *Opuntia littoralis* (Engelm.) Cockerell (cacto), *Cycas revoluta* L.(sagu) e *Delonix regia* (Bojer *ex* Hook.) Raf. (flamboyant). Foram destacadas características morfológicas vegetativas (raiz, caule, nós e entrenós, folhas), reprodutivas (flores, frutos e sementes), ecológicas, noções sobre polinização e dispersão, usos, ocorrência nos biomas brasileiros, estado de conservação e importância para o meio ambiente. Ao mesmo tempo, os alunos foram fazendo comentários sobre as plantas, relatando a ocorrência na residência de algum familiar, observando a presença de pequenos insetos nas flores, fotografando, apanhando flores e frutos que encontravam caídos pelo chão, sendo um processo de troca de saberes e experiências de ambos os lados.

Os estudantes observaram e fotografaram as placas de identificação de algumas árvores. As placas apresentaram a família botânica, nome científico, nome popular e distribuição geográfica das espécies. Vários alunos alegaram desconhecimentos sobre tais informações. Aproveitou-se para explicar a importância educativa da existência das placas de identificação e a utilização da nomenclatura botânica.

c) *Análise do questionário aplicado após a realização da atividade no arboreto do Jardim Botânico*

Questão 1: *Para que serve um Jardim Botânico?*

Observou-se que no pós-teste houve um elevado aumento de respostas relacionadas a duas categorias: "Conservação" (29%) e "Pesquisa Científica" (13%).

A observação em campo da espécie *Paubrasilia echinata (Lam.) Gagnon, H.C.Lima & G.P.Lewis*. (pau-brasil) foi uma oportunidade para o entendimento da importância de um jardim botânico, onde um dos objetivos apontados pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (Resolução CONAMA nº 339/2003) é a conservação das espécies raras e/ou ameaçadas de extinção. Dessa maneira, os alunos compreenderam a importância da conservação das espécies e que a exploração demasiada do meio ambiente é uma das causas principais de perda da diversidade biológica.

Durante a realização da caminhada foi explicado que alguns alunos dos cursos de graduação da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro realizam diversos tipos de pesquisas de Iniciação Científica nas dependências do Jardim. O conhecimento pode ter favorecido ao aumento das respostas na categoria "Pesquisa" (13%).

Observou-se que ocorreu uma diminuição significativa nas respostas que se enquadram exclusivamente nas categorias "Conhecimento" (21%) e Lazer (8%). Um número reduzido de alunos apresentou respostas que se enquadraram em mais de uma categoria como: "Conhecimento/Conservação/Lazer" (8%) e "Conhecimento /Pesquisa" (4%). Alguns estudantes (17%) não souberam responder a questão, ao contrário do que foi observado ao longo da caminhada, na qual os sujeitos demonstraram interesse e curiosidade fazendo perguntas sobre o papel de um jardim botânico, horário de funcionamento, o público que poderia fazer a visita e autorização para visitação. Notou-se que, após a atividade no arboreto, e mesmo o questionário sendo anônimo, os alunos estavam com receio de escrever algo errado.

Questão 2: *Qual a importância das plantas? Dê exemplos de plantas que estão presentes no seu cotidiano.*

Quando questionados sobre a importância das plantas, a maioria das respostas (42%) foram enquadradas na categoria "Respiração", como registrado na resposta "*está relacionada ao fornecimento de oxigênio*" associado ao tema fotossíntese, apontando também uma visão utilitarista das plantas. Alguns estudantes assinalaram respostas que foram incluídas em mais de uma categoria: "Alimentação/Bem Estar (9%), Respiração/Medicinal (8%), Alimentação/ Bem Estar/Respiração (4%), Respiração/Alimentação da Fauna (8%) e Ornamentação (8%) que não tinha sido apontada antes da visita ao Jardim. Foi visível o aumento das respostas "não sei" (17%) em relação ao questionário aplicado no ambiente escolar. Poucos alunos deixaram em branco a questão (4%).

Com relação aos exemplos de plantas relacionados ao cotidiano, a maioria dos exemplos se enquadrou na categoria "Frutífera" (21%), citando: a bananeira, goiabeira, limoeiro, mangueira e videira. A mangueira foi a planta mais citada, seguida da goiabeira. Observou-se um decréscimo nas categorias "Ornamentais" (17%), "Verduras" (4%) e Medicinal (4%). Surgiram exemplos de plantas que foram enquadradas nas categorias "Ornamentais/Frutíferas" (8%) e "Verduras/Medicinais" (4%). A porcentagem (25%) se manteve com relação aos alunos que deixaram em branco a questão, mas aumentaram (17%), as respostas informando que não sabiam exemplos de plantas.

Questão 3. *Qual a diferença entre as angiospermas e "gimnospermas"?*

Alguns discentes (25%) responderam corretamente a questão, podendo ser observado na citação: "As *Angiospermas são plantas vasculares, com sementes, com frutos. Gimnospermas são plantas vasculares, com sementes, sem frutos."* A maioria dos alunos (67%) não soube diferenciar os grupos e um número muito reduzido (8%) deixou em branco a questão.

5.2.5 Discussão

O jardim botânico é um ambiente rico em materiais para aulas de Ciências, podendo proporcionar uma excelente interatividade e aprendizagem de conteúdo. É um espaço de educação que torna o ensino de Ciências mais atrativo e menos superficial, podendo vincular os temas abordados em sala de aula com o cotidiano do aluno.

Com base nos resultados observou-se que os alunos demonstraram curiosidade pelo conhecimento sobre as plantas ao longo da caminhada pelo arboreto. Havia alunos interessados, fazendo diversas perguntas e relatando seus conhecimentos sobre as espécies, usos e algumas características morfológicas. No entanto, apresentavam alunos que estavam dispersos, mais preocupados em tirar fotografias devido à beleza do lugar, das plantas, prejudicando a participação na atividade.

Apesar de não ter sido requerido no questionário pós-teste, muitos alunos registraram suas opiniões dizendo gostar muito do local e da experiência vivida. Alguns falaram que gostariam de poder permanecer mais tempo, de voltarem mais vezes e trazerem suas famílias. Como registrado nas seguintes afirmações:

"Eu vim no Jardim Botânico, foi o passeio mais legal. Foi bom eu conhecer, eu quero sempre voltar aqui, eu quero estudar as plantas. Foi muito bom, foi maravilhoso, eu nunca vou esquecer. "

"Eu gostei muito, quando eu tiver outra oportunidade gostaria de voltar aqui com minha família."

"Eu gostei, por terem muitas coisas lindas que eu nunca ouvi. Eu quero vir outra vez aqui, eu gostei muito. Eu gostei muito de vocês!"

"Este lugar é irado, tiveram muitos tipos de plantas que eu nunca ouvi falar."

"Eu entendi tudo sobre a importância das plantas."

Com relação à questão número um, após a realização da atividade no arboreto do Jardim Botânico, muitos alunos se manifestaram sobre a finalidade de um jardim, com respostas que foram incluídas na categoria "Conservação" e "Conhecimento/Conservação/Lazer" após conhecerem o "pau-brasil". Os jardins botânicos são criados com o objetivo de ensinar a importância das plantas para nossas vidas e o ecossistema global. Willison (2003) enfatiza que ao chamar a atenção para as ameaças que os vegetais enfrentam, os jardins botânicos podem ajudar a sociedade a pensar em formas de proteção da biodiversidade.

Muito embora tenha sido observado na questão número dois do questionário pós-teste um aumento na categoria "Respiração", verifica-se a visão utilitarista que também esteve presente no trabalho de Zago et al. (2007*)*. Esses autores afirmam a tendência dos sujeitos em apresentar a fotossíntese como sinônimo da respiração das plantas, uma vez que ambas realizam trocas gasosas. Os alunos associam que essa reação ocorre devido à necessidade do ser humano respirar o oxigênio. Ainda com relação às categorias ("Bem Estar", "Alimentação", "Respiração", Medicinal, etc.) que enquadraram as respostas foi observado que os estudantes apresentaram uma visão antropocêntrica, relacionada à sobrevivência do ser humano. Teles e Rosa (2013) também chegaram à mesma conclusão analisando as respostas de duas turmas do 7º ano do

Ensino Fundamental com relação à importância das plantas.

As plantas menos citadas no pós-teste se enquadraram na categoria "Verdura" (4%), provavelmente expressando a falta de interesse e a ausência do hábito de uma alimentação saudável. Ressalta-se que alguns discentes ao longo da caminhada no arboreto se alimentavam de biscoitos do tipo salgadinhos e bebidas industrializadas.

Com relação à questão número três (*"Qual a diferença entre as angiospermas e "gimnosperma?")* do pós-teste, observou-se um número muito baixo (25%) de respostas corretas, apesar de ter sido observado que ao longo da caminhada no arboreto os estudantes demonstraram entender a diferença entre os grupos das fanerógamas. Talvez por insegurança de escrever errado ou pela ausência da professora, diziam não saber qual a diferença entre os grupos.

Numa visão geral, foi observado que houve progresso na assimilação dos conhecimentos, os alunos passaram a relacionar o que era abordado na teoria com o que observavam durante a atividade no campo. Contudo, verificou-se que a metodologia de aplicação de questionário com questões abertas não foi tão eficaz, por requerer mais esforço de elaboração da resposta em pouco tempo e por fatores pessoais dos alunos, como indisposição, distração e dificuldade para escrever. Provavelmente seria mais vantajoso aplicar questionários com questões abertas e fechadas, devido à rapidez e facilidade de responder às questões fechadas e de questões abertas estimularem os alunos a raciocinarem mais.

Com esse trabalho foi possível observar que o Jardim Botânico da UFRRJ requer de melhorias na estrutura física do terreno do arboreto, para que todos os visitantes possam se locomover livremente de forma adequada. Isso foi observado em virtude da presença de um aluno que utilizava cadeira de rodas e ao longo da caminhada foram surgindo raízes, galhos com acúleos e áreas íngremes de difícil acesso. Apesar disso, buscou-se caminhos alternativos para que o mesmo pudesse acompanhar a turma e desfrutar de toda a atividade.

Espera-se que a atividade tenha despertado o interesse pelo meio ambiente e faça com que a escola e os alunos retornem e tragam outras pessoas para visitarem este espaço com o objetivo de divulgar o Jardim Botânico, aprender mais sobre as plantas e as ameaças que elas enfrentam. Ao promover o contato direto com as espécies, torna-se mais fácil sensibilizar as pessoas para a conservação das espécies, de modo que possam entender a importância das espécies na natureza.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Coordenação e toda a equipe de trabalho do Jardim Botânico da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), ao Programa de Iniciação Científica PROVERDE e à Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação.

À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

À curadoria do Herbário RBR; aos especialistas do Departamento de Botânica da UFRRJ; e ao especialista Adriano Araújo de Queiroz, do Programa de Plantas Medicinais e Fitoterapia da Secretaria Municipal de Saúde do Rio de Janeiro. Ao Dr. Denilson Fernandes Peralta (Instituto de Botânica de São Paulo) e Dra. Juçara Bordin (Universidade Estadual do Rio Grande do Sul) pelo auxílio na identificação de espécies de musgos. A Douglas Suzano pela elaboração da prancha de astrapeia. À professora Denise Monte Braz, pela revisão e apontamentos feitos sobre a cartilha de plantas alimentícias não convencionais.

Ao Departamento de Solos – Instituto de Agronomia da UFRRJ, em especial ao Laboratório de Gênese e Classificação de Solos (LGCS), pela infraestrutura para realização das análises edáficas físicas e químicas, e ao Laboratório de Ciclagem de Matéria Orgânica, pelo auxílio financeiro e logístico. À Coordenação da Pós-Graduação de Ciência do Solo (CPGA-CS).

À Direção, professoras e alunos da Escola Municipal que se disponibilizaram a colaborar com o capítulo “Espaço de conservação da biodiversidade e educação não formal: o Jardim Botânico da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro”.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABAURRE, G. W. **Fragmentos de Mata Atlântica potenciais para coleta de sementes no estado do Rio de Janeiro.** 2014. (Dissertação de Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Ciências Ambientais e Florestais, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica, 2014.

ABREU, M. P.; ARECE, G. J.; LEYVA, Y. L.; ROCHA, Y.; MOLINA, M.; FONSECA, A. H.; SANAVRIA, A. Efecto in vitro de extractos acuosos de *Moringa oleifera* y *Gliricidia sepium* em el desarrollo de las fases exogenas de estrongilideos grastrintestinais de ovinos. **Revista de Salud Animal**, v. 36, p. 28, 2014.

ACEBEY, A.; GRADSTEIN, S. R.; KRÖMER, T. Species richness and habitat diversification of bryophytes in submontane rain forest and fallows of Bolivia. **Journal of Tropical Ecology** 19:9-18. 2003.

ADAMS, R. P. **Identification of essential oil components by gas chromatography/mass spectroscopy**. 4th ed. Allured Publishing Corporation, Carol Stream. 2007.

AGUIAR, R. W. S.; OOTANI, M. A.; ASCENCIO, S. D.; FERREIRA, T. P. S.; SANTOS, M. M.; SANTO, G. R. Fumigant Antifungal Activity of *Corymbia citriodora* and *Cymbopogon nardus* Essential Oils and Citronellal against Three Fungal Species. **The Scientific World Journal** 2014:1-8. 2014.

ALBERTASSE, P. D.; THOMAZ, L. D.; ANDRADE, M. A. Plantas medicinais e seus usos na comunidade da Barra do Jucu, Vila Velha, ES. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais** 12:250-260. 2010.

ALCANTARA, L. C. **Trilhas interpretativas da natureza**. 2007. (Monografia) Especialização em Turismo e desenvolvimento Sustentável. Universidade de Brasília. Brasília, DF. 2007.

ALENCAR, S. M.; AGUIAR, C. L.; PAREDES-GUZMÁN, J.; PARK, Y. K. Composição química de *Baccharis dracunculifolia*, fonte botânica das própolis dos Estados de São Paulo e Minas Gerais. **Ciência Rural** 35:909-916. 2005.

ALEXANDER, M. P. A versatile stain for pollen, fungi yeast and bacteria. Stain Tecnology 55:13-18. 1980.

ALMEIDA, J.; RESENDE, O. A.; GALVAO, A.; SANAVRIA, A.; CAMARGO FILHO, S. T.; MELLO, M. R. B. Avaliação dos efeitos da terapia antiparasitária preventiva sobre as características andrológicas em touros nelore. **Revista Brasileira de Medicina Veterinária**, v. 35, p. 100-105, 2013.

ALMEIDA, L. R. Manejo de parasitoses em sistema orgânico de produção de leite. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 80, n. 1, 2013.

ALMEIDA, M.; SOUTO, J. S.; SOUTO, P. C. Composição e sazonalidade da mesofauna do solo do semiárido paraibano. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, 8(4): 214-222. 2013.

ALMEIDA, W. V. F.; SILVA, M. L. C. R.; FARIAS, E. B.; ATHAYDE, A. C. R.; SILVA, W. W. Avaliação de plantas medicinais em caprinos da região do semi-árido paraibano naturalmente infectados por nematoides gastrintestinais. **Revista Caatinga**, v. 20, n. 3, p. 1-7, 2007.

ALTIERI, M. **Agroecologia:** bases científicas para uma agricultura sustentável. 3ª ed. revisada e ampliada. São Paulo, Rio de Janeiro: Expresso Popular, AS-PTA, 400p. 2012.

ALVARENGA, L. D. P.; PÔRTO, K. C. Patch size and isolation effects on epiphytic and epiphyllous bryophytes in the fragmented Brazilian Atlantic Forest. **Biological Conservation** 134:415-427. 2007.

AMARAL, L. I. V.; PEREIRA, M. F.; CORTELAZZO, A. L. Formação das substâncias de reserva durante o desenvolvimento de sementes de urucum (*Bixa orellana* L. - Bixaceae). **Acta Botanica Brasilica** 15: 125-132. 2001.

ANAYA, C. A.; JARAMILLO, V. J.; MARTÍNEZ-YRÍZAR, A.; GARCÍA-OLIVA, F. Large rainfall pulses control litter decomposition in a tropical dry Forest: evidence from a 8-year study. **Ecosystems** 15: 652-663. 2012.

ANDERSON, J. M.; INGRAM, J. S. I. **Tropical soil biology and fertility:** a handbook of methods. CAB International. 1989.

ANDRADE, E. H. A.; ZOGHB, M. G. B.; LIMA, M. P. Chemical Composition of the Essential Oils of *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf Cultivated in North of Brazil. **Journal of Essential Oil Bearing Plants** 12:41-45. 2009.

ANDRADE, W. J. (org.) Manejo de trilhas: um manual para gestores. **IF Série Registros** 35: 1-74. 2008.

ANGELO. I. C.; DINIZ-NETO, H. C.; SANTOS, S. V.; PERINOTTO, W. M. S.; QUINELATO, S.; SANTOS, H. A.; GÔLO, P. S.; CAMARGO, M. G.; MARCIANO, A. F.; BITTENCOURT, V. R. E. P. Formulações oleosas contendo fungos artropodopatogênicos para o controle de *Rhipicephalus microplus*. **Revista Brasileira de Medicina Veterinária** 37:18-24. 2015.

ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. **Bot. J. Linn. Soc**. 161:105-121. 2009.

ANISHCHENKO, L. N. Bryoindication of the general state of atmosphere in an urban ecosystem: The example of the city of Bryansk. **Russian Journal of Ecology** 40(4):247-253. 2009.

APG. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. **Botanical Journal of the Linnean Society of London** 161:105-121. 2009.

APOLINÁRIO, F. **Metodologia da ciência:** filosofia e prática da pesquisa. 2ª ed. São Paulo: Cengage Learning. 2012.

AQUINO, A. M. Fauna do Solo e sua Inserção na Regulação Funcional do Agroecossistema.

In: AQUINO, A. M.; ASSIS, R. L. (Eds.), **Processos Biológicos no Sistema Solo-Planta:** Ferramentas para uma agricultura sustentável. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica 2005. pp. 47-75.

AQUINO, A. M. **Manual para a coleta da macrofauna do solo**. (Série Documentos, 130). Seropédica, RJ: Embrapa CNPAB, 2001.

AQUINO, A. M.; CORREIA, M. E. F. **Invertebrados edáficos e o seu papel nos processos do solo**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 52p (Documentos, 201). 2005.

ARANHA, M. L. A. Experiências com o desenvolvimento infantil. In: CRUZ, D. A. **Atividades prático-experimentais:** tendências e perspectivas. 3ª ed. São Paulo: Editora Loyola. 2011.

ARANSIOLA, M. N.; EHIKHASE, C.; MMEGWA, J. C.; WAHAB, I. O. Antibacterial and antifungal activities of *Jatropha multifida* (Ogege) sap against some pathogens. **Journal of Pharmacy and Biological Sciences** 9:53-57. 2014.

ASCENSÃO, L.; MARQUES, N.; PAIS, M. S. Glandular trichomes on vegetative and reproductive organs of *Leonotis leonurus* (Lamiaceae). **Annals of Botany** 75: 619-626. 1995.

ASSAD, M.L.L. Fauna do Solo. In: VARGAS, M. A.T.; HUNGRIA, M. (Orgs.) **Biologia dos solos dos cerrados.** Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1997. p. 363-443.

ASCENSÃO, L.; MOTA, L.; CASTRO, M. D. M. Glandular trichomes on the leaves and flowers of *Plectranthus ornatus*: morphology, distribution and histochemistry. **Annals of Botany** 84: 437-447. 1999.

ATHANASIADOU, S.; KYRIAZAKIS, I. Plant secondary metabolites: antiparasitic effects and their role in ruminant production systems. **Proceedings of the Nutrition Society**, v. 63, n. 4, p. 631-639, 2004.

AUGSPURGER, C. K. Mass-flowering of a tropical shrub (*Hybanthus prunifolius*): influence on pollinator attraction and movement. **Evolution** 34(3)475-488. 1980.

ÁVAREZ-SANCHEZ, M. A.; PÉREZ GARCIA, J; BARTLEY, D.; JACKSON, F; ROJO-VAZQUEZ, F. A. The larval feeding inhibition assay for the diagnosis of nematode anthelmintic resistance. **Experimental Parasitology**, v. 110, p. 56-61, 2005.

AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 1996.

AZEVEDO, N.; CAMPOS, I. F.; FERREIRA, H.; PORTES, T.; SERAPHIN, J.; REALINO DE PAULA, J.; SANTOS, S.; FERRI, P. Essential oil chemotypes in *Hyptis suaveolens* from Brazilian Cerrado. **Biochemical Systematics and Ecology** 30:205-216. 2002.

BAJALAN, I.; PIRBALOUTI, A. G. Variation in chemical composition of essential oil of populations of *Lavandula* × *intermedia* collected from Western Iran. Industrial Crops and Products 69:344-347. 2015.

BAKKALI, F, A.; VERBECK. S.; AVERBECK, D.; IDAOMAR, M. Biological effects of essential oils – A review. **Food and Chemical Toxicology** 46:446-475. 2008.

BALBINO, L. C.; CORDEIRO, L. A. M.; OLIVEIRA, P.; KLUTHCOUSKI, J.; GALERANI, P. R.; VILELA, L. Agricultura sustentável por meio da Integração Lavoura Pecuária-Floresta (ILPF). **International Plant Nutrition Institute**, v. 9, n. 138, p. 1-18, 2012.

BALIEIRO, F. C.; DIAS, L. E.; FRANCO, A. A.; CAMPELLO, E. F. C.; FARIA, S. M. Acúmulo de nutrientes na parte aérea, na serapilheira acumulada sobre o solo e decomposição de filódios de *Acacia mangium* Wild. **Ciência Florestal** 14: 59-65. 2003.

BANERJEE, S.; PANDA, C. K; DAS, S. Clove (*Syzygium aromaticum* L.), a potential chemopreventive agent for lung cancer. **Carcinogenesis** 27 (8):16451654. 2006.

BARBASTEFANO, V.; COLA, M.; FERREIRA, A. L.; SILVA, E. F. *Vernonia polyanthes* as a new source of antiulcer drug. **Fitoterapia** 78:545-551. 2007.

BARBOSA, L. C. A.; DEMUNER, A. J.; CLEMENTE, A. D.; PAULA, V. F.; ISMAIL, F. M. D. Seasonal variation in the composition of volatile oils from *Schinus terebinthifolius* raddi. **Química Nova** 30:1959-1965. 2007.

BARREIRO, D. P.; MACHADO, S. R. Coléteres dendróides em *Alibertia sessilis* (Vell.) K. Schum., uma espécie não-nodulada de Rubiaceae. **Revista Brasileira de Botânica** 30 (3):387-399. 2007.

BARRETO, A. C; LIMA, F. H. S; BETANIA, M. G. S. F.; ARAÚJO, Q. R.; FREIRE, F. J. Características químicas e físicas de um solo sob floresta, sistema agroflorestal e pastagem no sul da Bahia. **Revista Caatinga**, 19:415-425. 2006.

BARROS, G. M. C. C.; TEIXEIRA, S. D. P. Estudo farmacobotânico de duas espécies de Anileira (*Indigofera suffruticosa* e *Indigofera truxillensis*, Leguminosae) com propriedades farmacológicas. **Revista Brasileira de Farmacognosia** 18(2), 287-294. 2008.

BARROS, V. R.; SOUZA, A. P.; FONSECA, D. C.; SILVA, L. B. D. Avaliação da evapotranspiração de referência na Região de Seropédica, Rio de Janeiro, utilizando lisímetro de pesagem e modelos matemáticos. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias** 4(2):198-203. 2009.

BARROSO, G. M.; PEIXOTO, A. L.; ICHASO, C. L. F.; GUIMARÃES, E. F.; COSTA C. G. **Sistemática de Angiospermas do Brasil**. vol. 1. 2ª edição. UFV. 309p. 2002.

BASER, K. H. C.; BUCHBAUER, G. **Handbook of essential oils:** science, technology, and applications. Boca Raton: CRC Press, 2010.

BASTOS, C. J. P.; YANO, O. Musgos da zona urbana de Salvador, Bahia, Brasil. **Revista Hoehnea** 20(1/2):23-33. 1993.

BAUMGRATZ, J. F. A.; COELHO, M. A. N.; PEIXOTO, A. L.; MYNSSEN, C. M.; BEDIAGA, B. E. H.; COSTA, D. P.; DALCIN, E.; GUIMARÃES, E. F.; MARTINELL, G.; SILVA, D. S P.; SYLVESTRE, L. S.; FREITAS, M. F.; MORIM, M. P.; FORZZA, R. C. **Catálogo das Espécies de Plantas Vasculares e Briófitas do Estado do Rio de Janeiro**.

Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2013. Disponível em http://florariojaneiro.jbrj.gov.br/. Acesso em 12 dez. 2014.

BAUMGRATZ, J. F. A.; COELHO, M. A. N.; PEIXOTO, A. L.; MYNSSEN, C. M.; BEDIAGA, B. E. H.; COSTA, D. P.; DALCIN, E.; GUIMARÃES, E. F.; MARTINELL, G.; SILVA, D. S. P.; SYLVESTRE, L. S.; FREITAS, M. F.; MORIM, M. P.; FORZZA, R. C. Catálogo das Espécies de Plantas Vasculares e Briófitas do Estado do Rio de Janeiro. **Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro**. 2014. Disponível em: <http://florariojaneiro.jbrj.gov.br/>. Acesso em: 25 Set. 2017.

BAYER, B.; MIELNICZUK, J.; MARTIN-NETO, L.; ERNANI, P. R. Stocks and humification degree of organic matter fractions as affected by no-tillage on a subtropical soil. **Plant and Soil**, v. 238, 133-140. 2002.

BAYER, C.; MARTIN-NETO, L; MIELNICZUK, J; PAVINATO, A; DIECKOW, J. Carbon sequestration in two Brazilian Cerrado soils under no-till. **Soil & Tillage Research** 86:237-245. 2006.

BEALE, D. J.; MORRISON, P. D. KARPE, A. V.; DUNN, M. S. Chemometric Analysis of Lavender Essential Oils Using Targeted and Untargeted GC-MS Acquired Data for the Rapid Identification and Characterization of Oil Quality. **Molecules** 22: 1339.

BEDIAGA, B. Conciliar o útil ao agradável e fazer ciência: Jardim Botânico do Rio de Janeiro - 1808 a 1860. **História, Ciências, Saúde - Manguinhos** 14:1131-1157. 2007.

BEGON, M.; HARPER, J. L.; TOWNSEND, C. R. **Ecology:** individuals, populations and communities. 3 th ed. Oxford: Blackwell. 1996.

BELTRAME, J. M.; ANGNES, R. A.; CHIAVELLI, L. U. R.; COSTA, W. F.; MONTANHER, S. F.; ROSA, M. F.; LOBO, V. S.; POMINI, A. M. Chemical Composition of the Essential Oil Obtained from *Ocimum basilicum* (Basil) Cultivated in Two Regions from South Brazil. **Journal of Essential Oil Bearing Plants** 17:658-663. 2014.

BENITES, V. M. et al. **Extração e fracionamento quantitativo de substâncias húmicas do solo:** um procedimento simplificado de baixo custo. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, p. 7. 2003.

BERG, B. Litter decomposition and organic matter turnover in northern forest soil. **Forestry Ecology and Management** 133: 13-22. 2000.

BERTOL, I.; ENGEL, F. L.; MAFRA, A. L.; BERTOL, O. B.; RITTER, S. R. Phosphorus, potassium and organic carbon concentrations in runoff water and sediments under different soil tillage systems during soybean growth. **Soil Tillage Research**, Amsterdam, v. 94, p. 142-150. 2007.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. 8ed. São Paulo, Ícone, 2012.

BEZERRA, R. P. M.; LOSS, A.; PEREIRA, M. G.; PERIN, A. Formas de carbono em latossolo sob sistemas de plantio direto e integração lavoura-pecuária no cerrado, Goiás. **Semina: Ciências Agrárias**, 34(6): 2637-2654. 2013.

BIANCHIN, I.; HONER, M. R.; NUNES, S. G.; NASCIMENTO, Y. A.; CURVO, J. B. E.; COSTA, F. P. Epidemiologia dos nematódeos gastrintestinais em bovinos de corte nos cerrados e o controle estratégico no Brasil. reimpr. Campo Grande: EMBRAPA-CNPGC, **Circular Técnica** 24, 120p., 1996.

BIANCONI, M. L.; CARUSO, F. Educação não-formal. **Ciência e Cultura** 57: 20. 2005.

BIFFIN, E. LUCAS, E. J.; CRAVEN, L. A.; COSTA I. R.; HARRINGTON, M. G.; CRISP, M. D. Evolution of exceptional species richness among lineages of fleshy-fruited Myrtaceae. **Annals of Botany** 106: 79-93. 2010.

BIGNELL, D. E.; CONSTANTINO, R.; CSUDI, C.; KARYANTO, A.; KONATÉ, S.; LOUZADA, J. N. C.; SUSILO, F. X.; TONDOH, J. E.; ZANETTI, R. Macrofauna. In: MOREIRA, F. M. S.; HUISING, E. J.; BIGNELL, D. E. (Eds), **Manual de biologia dos solos tropicais: amostragem e caracterização da biodiversidade**. Lavras: Editora da UFLA, pp. 121-137. 2010.

BITTAR, I. M. B.; FERREIRA, A. S.; CORRÊA, G. F. Influência da textura do solo na atividade microbiana, decomposição e mineralização do carbono de serapilheira de sítios do bioma Cerrado sob condições de incubação. **Bioscience Journal** 29(6): 1952-1960. 2013.

BIZIMENYERA, E. S.; GITHIORI, J. B.; ELOFF, J. N.; SWAN, G. E. In vitro activity of *Peltophorum africanum* Sond. (Fabaceae) extracts on the egg hatching and larval development of the parasitic nematode *Tricostrongylus colubriformis*. **Veterinary Parasitology**, v. 142, p. 336-343, 2006.

BIZZO, H. R.; HOVELL, A. M C.; REZENDE, C. M. Óleos essenciais no Brasil: aspectos gerais, desenvolvimento e perspectivas. **Química Nova** 32:588-594. 2009.

BLACKMER, T. M.; SCHEPERS, J. S.; VIGIL, M. F. Chlorophyll meter reading in corn as affected by plantspacing. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, 24: 2507-2516. 1993.

BLANK, A.; CAMÊLO, L. C. A.; ARRIGONI-BLANK, M. F.; PINHEIRO, J. B.; ANDRADE, T. M.; NICULAU, E. S.; ALVES, P. B. Chemical Diversity in *Lippia alba* (Mill.) N. E. Brown Germplasm. **The Scientific World Journal** 2015:1-11. 2015.

BODDEY, R. M.; XAVIER, D.; ALVES, B. J. R.; URQUIAGA, S. Brazilian agriculture: the transition to sustainability. **Journal of Crop Production**, v.9, p. 593-621. 2003.

BOIJINK, C. L.; QUEIROZ, C. A.; CHAGAS, E. C.; CHAVES, F. C. M.; INOUE, A. K. A. Anesthetic and anthelminthic effects of clove basil (*Ocimum gratissimum*) essential oil for tambaqui (*Colossoma macropomum*). **Aquaculture** 457:24-28. 2016.

BOKHARI, N.; PERVEEN, K.; A.L KHULAIFI, M.; KUMAR, A.; SIDDIQUI, I. In Vitro Antibacterial Activity and Chemical Composition of Essential Oil of *Mentha arvensis* Linn. Leaves. **Journal of Essential Oil Bearing Plants** 19:907-915. 2016.

BONA, C.; SILVA, M. Y. B.; REZENDE, I. M.; SANTOS, G. O.; SOUZA, L. A.; INCKOT, R. C. Efeito do solo contaminado com óleo diesel na estrutura da raiz e da folha de plântulas de *Sebastiania commersoniana* (Euphorbiaceae) e *Schinus terebinthifolius*

(Anacardiaceae). **Acta Botanica Brasilica** 25:277-285. 2011.

BORBA, H. R.; FREIRE, R. B.; ALBUQUERQUE, A. C.; CARDOSO, M. E. O.; BRAGA, I. G.; ALMEIDA, S. T. P.; FERREIRA, M. J. C.; FERNANDES, G. L. T.; CAMACHO, A. C. L. F.; LIMA, R. C.; ALMEIDA, A. C.C.; MATTOS, D. M. M.; DUARTE, R. M.; NASCIMENTO, S. F.; FRAMIL R. A.; DIRÉ, G. F. Anthelmintic comparative study of *Solanum lycocarpum* St. Hill extracts in mice naturally infected with *Aspiculuris tetraptera*. **Nature and Science,** v. 8, n. 4, p. 95-100. 2010.

BORDIN, J.; YANO, O. Briófitas do Centro urbano de Caxias do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Hoehnea** 36(1)7-72. 2009.

BORGES, T. A.; PAIVA, A. R. Utilização do Jardim Sensorial como Recurso Didático. **Revista Metáfora Educacional** 7: 27-39. 2009.

BOVINI, M. G.; CARVALHO-OKANO, R. M. de.; VIEIRA, M. F. *Malvaceae* A. Juss. no Parque Estadual do Rio Doce, Minas Gerais, Brasil. **Rodriguésia** 52(81): 17-47. 2001.

BRACK, P.; KINUPP, V.; SOBRAL, M. E. G. Levantamento preliminar de espécies frutíferas de árvores e arbustos nativos com uso atual ou potencial no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 2, n. 1, 2007.

BRADY, N. C.; WEIL, R. R. **Elementos da Natureza e Propriedades dos Solos**. 3ª ed. Tradução técnica: Igo Fernando Lepsch. Porto Alegre: Editora Bookman, 685 p. 2013.

BRAGA, R. A. **Plantas do Nordeste, especialmente do Ceará**. 2th ed. Fortaleza: Imprensa Oficial, 1960.

BRASIL. **Decreto n. 6.938**, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências, Brasília, DF, agosto 1981.

BRASIL. Decreto 8.722 de 11 de maio 2016. **Código Civil Brasileiro.** Brasília, maio de 2016. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2016/decreto/D8772.htm. Acesso em: 15 ago. 2017.

BRASIL. Lei 13.123 de maio de 2015. **Código Civil Brasileiro**. Brasília, maio de 2015. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13123.htm. Acesso em: 15 ago. 2017.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria** nº 971, de 3 de maio de 2006. Brasília: Ministério da Saúde. 2006.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Relação Nacional de Plantas Medicinais de Interesse ao Sistema Único de Saúde (Renisus)**. Brasília: Ministério da Saúde. 2017. Disponível em: http://portalarquivos.saude.gov.br/images/pdf/2014/maio/07/renisus.pdf. Acesso em: 01 ago. 2017.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. Comissão Nacional de Jardins Botânicos. **Aviso**. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 01 mar. 2012. **Diário Oficial da União:** seção 3, Brasília, DF, ano 149, n. 42, p. 123, 1 março 2012.

BRASIL. Parâmetros curriculares nacionais: Ciências Naturais. **MEC/SEF**, Brasília. 1998.

BRASIL. **Renisus.** Disponível em http://www.medicinanatural.com.br/plantas-medicinais-do-sus/. Acesso em: 15 de nov. 2017.

BRASIL Resolução n°339, de 25 de setembro de 2003. Dispõe sobre a criação, normatização e o funcionamento dos jardins botânicos, e dá outras providências. **Conselho Nacional do Meio Ambiente**. 2003.

BRAZ, D. M.; AZEVEDO, I. H. F. Acanthaceae da Marambaia, Estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Hoehnea** 43(3): 497-516. 2016.

BRAZ, D. M. et al. Árvores do Jardim Botânico da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro: chave para identificação das famílias, dicas para conhecimento das espécies em campo e caracterização e usos da madeira. Seropédica: Editora da UFRRJ, 2012. 300 p. i1, 2012.

BRAZ, D. M.; VIEIRA, M. F.; CARVALHO-OKANO, R. M. Aspectos reprodutivos de espécies de Acanthaceae Juss. de um fragmento florestal do município de Viçosa, Minas Gerais. **Revista Ceres** 47:229-239. 2000.

BREDARIOL, L. R. **Levantamento e caracterização das Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC´S) Espontâneas Presentes em um Sistema Agroflorestal no Município de Rio Claro - SP**. Rio Claro: Universidade Estadual Paulista, 2011.

BRIANEZI, D.; JACOVINE, L. A. G.; SOARES, C. P. B.; CASTRO, R. V. O.; BASSO, V. M. Equações alométricas para estimativa de carbono em árvores de uma área urbana em Viçosa - MG. **Revista Árvore** 37:1073-1081. 2013.

BRITO, D. R. B.; FERNANDES, R. M. Ação anti-helmíntica da *Morinda citrifolia* (noni) sobre *Heterakis gallinarum*. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 4, p. 1775-1782, 2013.

BRITO, L. A.; MARQUES, J. L. R.; SOUZA, T. S.; ROSA, M. M. T. Trilhas das espécies arbóreas úteis do Jardim Botânico da UFRRJ. In: ENCONTRO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO NÃO FORMAL E FORMAÇÃO DE PROFESSORES. **Anais...** Rio de Janeiro: Brasil, pp.1-4. 2012.

BROOKES, P. C. The use of microbial parameters in monitoring soil pollution by heavy metals. **Biol. Fert. Soils**, 19:269-279. 1995.

BROWN, G. G.; MASCHIO, W.; FROUFE, L. C. M. **Macrofauna do solo em sistemas agroflorestais e mata atlântica em regeneração nos municípios de Barra do Turvo, SP e Adranópolis, PR**. Colombo: Embrapa Florestas. 2009.

BROWN, G. G.; NIVA, C. C.; ZAGATTO, M. R. G.; FERREIRA, S. DE A.; NADOLNY, H. S.; CARDOSO, G. B. X.; SANTOS, A.; MARTINEZ, G DE A.; PASINI, A.; BARTZ, M. L. C.; SAUTTER, K. D.; THOMAZINI, M. J.; BARETTA, D.; SILVA, E DA.; ANTONIOLLI, Z. I.; DECAËNS, T.; LAVELLE, P. M.; SOUSA, J. P.; CARVALHO, F. Biodiversidade da fauna do solo e sua contribuição para os serviços ambientais. In: PARRON, L. M.; GARCIA, J. R.; OLIVEIRA, E. B DE.; BROWN, G. G.; PRADO, R. B. (eds) **Serviços ambientais em sistemas agrícolas e florestais do Bioma Mata Atlântica**. Brasília: Embrapa. p. 121-154. 2015.

BRUNET, S., HOSTE, H. Monomers of condensed tannins affect the larval exsheathment of parasitic nematodes of ruminants. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 54, p. 7481-7487, 2006.

BUCH, D. R.; ARANTES, A. B.; CAMPELO, P. M. S. Verificação da atividade cicatrizante do exudato de folhas de *Jatropha multifida* L. **Revista Brasileira de Farmacognosia** 89: 142-145. 2008.

BUZATO, S.; GIANINI, T. C.; MACHADO, I. C.; SAZIMA, M.; SAZIMA, I. Polinizadores vertebrados: uma visão geral das espécies brasileiras. p. 119-141. In: IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; CANHO, D. A. L.; ALVES, D. A.; SARAIVA, A. M. (orgs.), **Polinizadores no Brasil**, pp. 119-141. EDUSP, São Paulo, Brasil. 2012.

BYE, R. Historia de Los Jardines Botanicos: Evolucion Estilos, Ideas y Funciones. **Revista Chapingo**. Série Horticultura. 2:43-53. 1994.

CABARDO JR, D. E.; PORTUGALIZA, H. P. Anthelmintic activity of *Moringa oleifera* seed aqueous and ethanolic extracts against *Haemonchus contortus* eggs and third stage larvae. **International Journal of Veterinary Science and Medicine,** v. 5, p. 30–34, 2017.

CABRAL, C.; PITA, J. R.; SALGUEIRO, L. **Plantas medicinais:** entre o passado e o presente. A colecção de fármacos vegetais da Faculdade de Farmácia da Universidade de Coimbra (séculos XIX-XX). 2th ed. Coimbra: Imprensa da Universidade de Coimbra, 2014.

CALDEIRA, M. V.W.; MARQUES, R.; SOARES, R. V.; BALBINOT, R. Quantificação de serapilheira e de nutrientes - Floresta Ombrófila Mista Montana - Paraná. **Revista Acadêmica** 5: 101-116. 2007.

CALVI, G. P.; PEREIRA, M. G.; ESPÍNDULA JÚNIOR, A.; MACHADO, D. L.; Composição da fauna edáfica em duas áreas de floresta em Santa Maria de Jetibá, ES, Brasil. **Acta Agronômica** 59: 37-45. 2010.

CÂMARA, P. E.; TEIXEIRA, R.; LIMA, J. Musgos Urbanos do Recanto das Emas, Distrito Federal, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** 17(4):1-10. 2003.

CÂMARA P. E.; VITAL, D. M. Briófitas do município de Poconé, Mato Grosso, MT, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** 18:881-886. 2004.

CAMARGO, A. D.; CAMARGO, M. D. Definição e esquematização das fases fenológicas do cafeeiro arábica nas condições tropicais do Brasil. **Bragantia**, 60: 65-68. 2001.

CAMBARDELLA, C. A.; ELLIOTT, E. T. Particulate soil organic matter changes across a grassland cultivation sequence. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.56, 777-783. 1992.

CARBALLEIRA, A.; FERNANDEZ, J. A.; ABOAL, J. R.; REAL, C.; COUTO, J. A.; Moss: a powerful tool for dioxin monitoring. **Atmospheric Environment** 40:5776-5786. 2006.

CARDOSO, A.; MARTINS, P. F. S.; VEIGA, J. R. I. **Solos de áreas ocupadas por pequenos agricultores em algumas localidades da microrregião de Marabá-PA.** pp.

101-123. Pont à Pitre: Universidade des Antilas Guianas. 1992.

CARMELO, S. M.; MACHADO, S. R.; GREGÓRIO, E. A. Ultrastructural aspects of the secretory duct development in *Lithraea molleoides* (Vell.) Engl. (Anacardiaceae). **Revista Brasileira de Botânica** 18: 95-103. 1995.

CARMO, D. M.; GASPARINO, E. C.; PERALTA, D. F. Análise comparativa de briófitas urbanas da região Noroeste do Estado de São Paulo com demais trabalhos em diferentes fitofisionomias brasileiras. **Pesquisas, Série Botânica** 67:256-272. 2015.

CARR, S. G. M.; CARR, D. J. Oil glands and ducts in Eucalyptus L'Herit.I. The phloem and pith. **Australian Journal of Botany** 17: 417-513. 1969.

CARVALHO, A. C. B.; BALBINO, E. E.; MACIEL, A.; PERFEITO, J. P. S. Situação do registro de medicamentos fitoterápicos no Brasil. **Revista Brasileira de Farmacognosia** 18:314-319, 2008.

CARVALHO, M. G.; CARDOSO, M. A. R.; SILVA, V. C.; WERLE, A. A. Triterpenos e flavonoides isolados de flores de *Laseguea erecta* (Apocynaceae). **Revista Colombiana de Ciencias Químico – Farmacéuticas,** v. 36, n. 2, p. 127-133, 2007.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras:** recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994.

CAVALCANTI, A. S.; ALVES, M. S.; SILVA, L. C. P.; SANTOS, D. P.; SANCHES, M. N.; CHAVES, D. S. A.; SOUZA, M. A. A. Volatiles composition and extraction kinetics from *Schinus terebinthifolius* and *Schinus molle* leaves and fruit. **Revista Brasileira de Farmacognosia** 25:356-362. 2015.

CENCI, F. B.; LOUVANDINI, H.; MCMANUS, C. M.; DELL'PORTO, A.; COSTA, D. M.; ARAÚJO S. C.; MINHO A. P.; ABDALLA, A. L. Effects of condensed tannin from *Acacia mearnsii* on sheep infected naturally with gastrointestinal helminthes. **Veterinary Parasitology,** v. 144, p. 132-137,2007.

CHAGAS, A. C. S.; PASSOS, W. M.; PRATES, H. T.; LEITE, R. C.; FURLONG, J.; FORTES, I. C. P. Efeito acaricida de *Eucalyptus* em *Boophilus microplus*: óleos essenciais e concentrados emulsionáveis. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science** 39:247-253. 2002.

CHAGAS, A. C. S.; VIEIRA, L. S. Ação de *Azadirachta indica* (Neem) em nematódeos gastrintestinais de caprinos. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 44, n. 1, p. 49-55, 2007.

CHANG, T. S. An Updated Review of Tyrosinase Inhibitors. **International Journal of Molecular Sciences**, 10, 2440-2475. 2009.

CHEN, X.; LIU, W. Y.; SONG, L.; LI, S.; WU, Y.; SHI, X. M.; HUANG, J. B.; WU, C. S. Physiological Responses of Two Epiphytic Bryophytes to Nitrogen, Phosphorus and Sulfur Addition in a Subtropical Montane Cloud Forest. PLoS One 11(8):1-18. 2016.

CHRISTENSEN, B. T. Structure and organic matter storage in agricultural soils. In: CARTER, M. R.; STEWART, B. A. (Eds.). **Structure and organic matter storage in**

agricultural soils. Boca Raton: CRC. 496:97-165. 1996.

CLIFFORD, S. C.; ARNDT, S. K.; POPP, M.; JONES, H. G. Mucilages and polysaccharides in *Ziziphus* species (Rhamnaceae): localization, composition and physiological roles during drought-streess. **Journal of Experimental Botany** 53:131-138. 2002.

CLOSE, D. C.; BEADLE, C. L. The Ecophysiology of Foliar Anthocyanin. **The Botanical Review** 69: 149-161. 2003.

CNCFLORA - **Centro Nacional de Conservação da Flora**. 2016. Disponível em http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/listavermelha. Acesso em 20 fev. 2016.

COIMBRA, R. **Manual de Fitoterapia**. 2th ed. Dados Internacionais de Catalogação na Publicação, São Paulo. 1994.

COLETIVO VERDE. "**Isso é PANC!**" Plantas Alimentícias Não Convencionais. Mariana Nassu, 2015. Disponível em: http://www.coletivoverde.com.br/isso-e-panc-plantas-alimenticias-nao-convencionais/. Acesso em: 05 mar. de 2017.

CONCEIÇÃO, P. C.; AMADO, T. J. C.; MIELNICZUK, J.; SPAGNOLLO, E. Qualidade do solo em sistemas de manejo avaliada pela dinâmica da matéria orgânica e atributos relacionados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, 5:777-788. 2005.

COOPETEC, U. Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Rio de Janeiro. **R4-Relatório Gestão de Recursos Hídricos**. Laboratório De Hidrologia-COPPE/UFRJ, 2013.

CORBERT, S. A.; WILLIAMS, I. H.; OSBORNE, J. L. Bees and the pollination of crops and wild flowers in the european community. **Bee world**, 72:47-59. 1991.

CORREIA, M. E. F. **Potencial de utilização dos atributos das comunidades de fauna do solo e de grupos chaves de invertebrados como bioindicadores do manejo de ecossistemas**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia 23p (Embrapa Agrobiologia. Documentos, 157). 2002.

CORREIA, M. E. F.; ANDRADE, A. G. Formação de serapilheira e ciclagem de nutrientes. In: SANTOS, G. de A.; SILVA, L. S. da.; CANELLAS, L. P.; CAMARGO, F. A. O. (ed), **Fundamentos da matéria orgânica do solo:** ecossistemas tropicais e subtropicais, pp. 137-158. Porto Alegre: Metrópole. 2008.

CORREIA, M. E. F.; OLIVEIRA, L. C. M. **Fauna de solo:** Aspectos gerais e metodológicos. Seropédica: Embrapa Agrobiologia 46p (Embrapa Agrobiologia. Documento, 112). 2000.

CORREIA, M. E. F.; OLIVEIRA, L. C. M. Importância da fauna de solo para a ciclagem de nutrientes. In: AQUINO, A. M.; ASSIS, R. L. (Eds). **Processos biológicos no sistema solo-planta:** ferramentas para uma agricultura sustentável. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília. 2005. pp. 77-99.

CORSI, G.; BOTTEGA, S. Glandular hairs of *Salvia offi cinalis*: new data on morphology localization and histochemistry in relation to fuction. **Annals of Botany** 84: 657-664. 1999.

CORTELAZZO, A. L. Detecção e quantificação do amido em cotilédones de *Canavalia ensiformis* e *C. gladiata* durante o desenvolvimento inicial da planta. **Revista Brasileira de**

Botânica 15:157-162. 1992.

CORTELAZZO, A. L.; VIDAL, B. C. Soybean seed proteins: detection in situ and mobilization during germination. **Revista Brasileira de Botânica** 14: 27-34. 1991.

CÔRTES, A. L. A.; DANIEL, T. F.; RAPINI, A. Recircumscription and two new species of *Pachystachys* (*Tetramerium* lineage: Justicieae: Acanthaceae). **Nordic Journal of Botany** 000: 001-007. 2016.

COSTA, A. V.; PINHEIRO, P. F.; QUEIROZ, V. T.; RONDELLI, V. M.; MARINS, A. K.; VALBON, W. R. Pratissoli D Chemical Composition of Essential Oil from *Eucalyptus citriodora* Leaves and Insecticidal Activity Against *Myzus persicae* and *Frankliniella schultzei*. **Journal of Essential Oil Bearing Plants** 18:374-381. 2015.

COSTA, C. C. A.; CAMACHO, R. G. V.; MACEDO, I. D.; SILVA, P. C. M. Análise comparativa da produção de serapilheira em fragmentos arbóreos e arbustivos em área de caatinga na Flona de Açu-RN. **Revista Árvore** 34: 259-265. 2010.

COSTA, D. P. Epiphytic bryophyte diversity in primary and secondary lowland rainforests in southeastern Brazil. **Bryologist** 102:320-326. 1999.

COSTA, D. P.; IMBASSAHY, C. A. A.; SILVA, V. P. A. V. Diversidade e importância das espécies de briófitas na conservação dos ecossistemas do Estado do Rio de Janeiro. **Rodriguésia** 56:13-49. 2005.

COSTA, D. P.; PÔRTO, K. C.; LUIZI-PONZO, A. P.; ILKIU-BORGES, A. L.; BASTOS, C. J. P.; CÂMARA PEAS, PERALTA, D. F.; BÔAS-BASTOS, S. B.V.; IMBASSAHY, C. A. A.; HENRIQUES, D. K.; GOMES, H. C. S.; ROCHA, L. M.; SANTOS, N. D.; SIVIERO, T. S.; VAZ-IMBASSAHY, T. F.; CHURCHILL, S. P. Synopsis of the Brazilian moss flora: checklist, distribution and conservation. **Nova Hedwigia** 93(3-4):277-334. 2011.

COSTA, P. **Fauna do solo em plantios experimentais de *Eucalyptus grandis* Maiden, *Pseudosamanea guachapele* Dugand e *Acacia mangium* Willd.** 2002. (Dissertação de Mestrado) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica, 2002.

COSTA, P. Fauna edáfica e sua atuação em processos do solo. **Embrapa Roraima - Documentos**, 2. Embrapa Roraima, Boa Vista. 2004.

COSTA, V. M. M.; SIMÕES, S. V. D.; RIET-CORREA, F. Doenças parasitárias em ruminantes no semi-árido brasileiro. **Pesquisa Veterinária Brasileira** 9:563-568. 2009.

COSTIN, G. E.; HEARING, V. J. Human skin pigmentation: melanocytes modulate skin color in response to stress. **Federation of American Societies for Experimental Biology Journal**, 21(4), 976-994. 2007.

COUTO, F. C.; PEREIRA, M.; DOS ANJOS, L. C.; BAHIENSE, J. S.; ZONTA, E. Avaliação de atributos edáficos em áreas de pastagens em relevo movimentado em Itaperuna-RJ. **Revista Caatinga**, v. 21 3:179-191. 2008.

COUTINHO, D. F.; TRAVASSOS, L. M. A.; AMARAL, F. M. M. Ethnobotanical study of medicinal plants used by the indian communities from Maranhão - Brazil. **Visão Acadêmica**

3:7-12. 2002.

CRANDALL-STOTLER, B.; STOTLER, R. E.; LONG, D. G. Morphology and classification of the Marchantiophyta. In: GOFFINET, B.; SHAW, A. J. (eds), **Bryophyte Biology**, pp. 1-54. Cambridge University Press, New York. 2009.

CUNHA, A. P.; BATISTA, M. T. Taninos. In: CUNHA, A. P. (Org.) **Farmacognosia e Fitoquímica**. Lisboa, Portugal: Fundação Calouste Guilbenkian, 2005. p. 291-316.

CYSNEIROS, V. C.; PEREIRA-MOURA, M. V. L.; PAULA, E. P.; BRAZ, D. M. Arboreal Eudicotyledons, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro Botanical Garden, state of Rio de Janeiro, Brazil. **Check List** 7:1-6. 2011.

DANIEL, T. F.; MCDADE, L. A. Nelsonioideae (Lamiales: Acanthaceae): Revision of Genera and Catalog of Species. **Aliso** 32: 1-45. 2014.

D'ANDRÉA, A. F.; SILVA, M. L. N.; NILTON, C. N.; GUILHERME L. R. G. Estoque de carbono e nitrogênio e formas de nitrogênio mineral em um solo submetido a diferentes sistemas de manejo. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, 39(2): 179-186. 2004.

DECÄENS, T.; BUREAU, F.; MARGERIE, P. Earthworm communities in a wet agricultural landscape of the Seine Valley (Upper Normandy, France). **Pedobiologia**, v. 47, 10:479-489. 2003.

DE CARVALHO, J. R. P. M.; RODRIGUES, R. F.; SAWAYA, A. C.; MARQUES, M. O.; SHIMIZU, M. T. Chemical composition and antimicrobialactivity of the essential oil of *Cordia verbenacea* D.C. **Journal of Ethnopharmacology** 95:297-301. 2004.

DECÄENS, T.; LAVELLE, P.; JIMÉNEZ, J. J.; ESCOBAR, G.; RIPPSTEIN, G.; SCHNEIDMADL, J.; SANZ, J. I.; HOYOS, P.; THOMAS, R. J. Impacto del uso de la tierra en la macrofauna del suelo de los Llanos Orientales de Colombia. In: JIMÉNEZ, J. J.; THOMAS, R. J. (eds) **El arado natural:** Las comunidades de macroinvertebrados del suelo en las savanas neotropicales de Colombia. Cali, Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical, 21-45. (Publicación CIAT, 336). 2003.

DELGADILLO, C. M.; CÁRDENAS, A. S. **Manual de Briófitas**. Universidad Nacional Autónoma de México, México. 1990.

DEMITE, P. R.; FERES, R. J. Ocorrência e flutuação populacional de ácaros associados a seringais vizinhos de fragmentos de cerrado. **Neotropical entomology**, p. 117-127. 2007.

DIAS, B. F. S. (org.) **A convenção sobre a Diversidade Biológica** - CDB. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2000.

DIAS, J.M.C; SCHWARZ, E. A; VIEIRA, E.R. A Botânica além da sala de aula. Disponível em <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/893-4.pdf>. Acesso em 20/10/2014.

DONAGEMA, G. K.; CAMPOS, D. D.; CALDERANO, S. B.; TEIXEIRA, W. G.; VIANA, J. H. M. **Manual de métodos de análise de solos**. rev. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 230 p. 2011.

DRUMMOND, R. O.; ERNST, S. E.; TREVINO, J. L.; GLADNEY, W. J.; GRAHAM, O. H. *Boophilus annulatus* and *Boophilus microplus*: laboratory tests for insecticides. **Journal of Economic Entomology** 66:130-133. 1973.

DUCKE, A. Notas sobre a Flora Neotropica. II. As Leguminosas da Amazônia Brasileira. **Boletim Técnico do Instituto Agronômico Norte**, Belém. 1949.

DUQUESNOY, E.; CASTOLA, V.; CASANOVA, J. Identification and quantitative determination of carbohydrates in ethanolic extracts of two conifers using ^{13}C NMR spectroscopy. **Carbohydrate Research** 343(5), 893-902. 2008.

EDRIS, A. E. Pharmaceutical and therapeutic Potentials of essential oils and their individual volatile constituents: a review. **Phytotherapy Research** 21:308-323. 2007.

EGUALE, T.; TADESSE D.; GIDAYA, M. *In vitro* anthelmintic activity of crude extracts of five medicinal plants against egg-hatching and larval development of *Haemonchus contortus*. **Journal of Ethnopharmacology**, v.137, p. 108–113, 2011.

EMBRAPA **Manual de Métodos de Análise de solo**. 2nd ed. Rio de Janeiro: Embrapa, 1997.

EMBRAPA - CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE SOLOS. **Manual de Métodos de Análise de Solo** 2th ed. Rio de Janeiro: Embrapa. 1997.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de métodos de análise de solos**. Centro Nacional de Pesquisa de Solos - 2ª ed., 212p. 1997.

ENDRESS, M. E.; BRUYNS, P. V. A Revised Classification of the Apocynaceae s.l. **The Botanical Review** 66(1): 1-56. 2000.

ENDRESS, P. K. **Diversity and evolutionary biology of tropical flowers**. Cambridge: University Press, 1994.

ENGEL, V. L.; POGGIANI, F. Estudo da concentração de clorofila nas folhas e seu espectro de absorção de luz em função do sombreamento em mudas de quatro espécies florestais nativas. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal** 3: 39-45. 1991.

EWEL, J. J. Litter fall and leaf decomposition in a tropical forest succession in eastern Guatemala. **Journal of Ecology** 64:293-308. 1976.

EZCURRA, C. El género *Justicia* (Acanthaceae) en Sudamérica Austral. **Annals of the Missouri Botanical Garden** 89:225-280. 2002.

EZCURRA, C. Systematics of *Ruellia* (Acanthaceae) in Southern South America. **Annals of the Missouri Botanical Garden** 80:784-845. 1993.

FAEGRI, K.; VAN DER PIJL, L. **The principles of pollination ecology**. 3.ed. Elmsford, New York: Pergamon Press. 1979.

FAHN, A. **Plant Anatomy** 4th ed. Oxford: Butterworth-Heinemann Ltd. 1990.

FAHN, A. **Secretory tissues in plants**. London: Academic Press. 1979.

FAHN, A. Secretory tissues in vascular plants. **New Phytologist** 108: 229-257. 1988.

FARIA, C. O.; FARIA, A. C. O. O Jardim Botânico do Rio de Janeiro como espaço de aquisição de conceitos ecológicos. In: Congresso de Ecologia do Brasil. 8., 2007. Caxambu. **Anais...** Caxambu: 2007. pp. 1-3.

FARNSWORTH, N. R.; AKERELE, O.; BINGEL, A. S.; SOEJARTO, D. D.; GUO, Z. Medicinal plants in therapy. **Bull World Health Organ** 63:965-981. 1985.

FEDER, N.; O'BRIEN, T. P. Plant microtecnique: some principles and new methods. **American Journal of Botany** 55(1): 123-143. 1968.

FELLER, C.; BEARE, M. H. Physical control of soil organic matter dynamics in the tropics. **Geoderma, Amsterdam**, v. 79, 4:69-116. 1997.

FENALTI, J. M.; BACCEGA, B.; SANTOS, T. M.; SANTOS, P. C.; SCAINI, C. J. Diversidade das plantas brasileiras com potencial anti-helmíntico. **Vittalle – Revista de Ciências da Saúde**, v. 28, p. 39-48, 2016.

FENSTER, C. B.; ARMBRUSTER, W. S.; WILSON, P.; DUDASH, M. R.; THOMSON, J. D. Pollination Syndromes and Floral Specialization. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics** 35:375-403. 2004.

FERNANDES, E. S.; PASSOS, G. F.; MEDEIROS, R.; CUNHA, F. M.; FERREIRA, J.; CAMPOS, M. M.; PIANOWSKI, L. F.; CALIXTO, J. B. Anti-inflammatory effects of compounds alpha-humulene and (−)-trans-caryophyllene isolated from the essential oil of *Cordia verbenacea*. **European Journal of Pharmacology** 569:228-236. 2007.

FERNANDES, M. M.; MAGALHÃES, L. M. S.; PEREIRA, M. G.; CORREIA, M. E. F.; BRITO, R. J.; MOURA, M. R. Influência de diferentes coberturas florestais na fauna do solo na Flona Mário Xavier, no município de Seropédica, RJ. **Floresta**, 41(3): 533-540. 2011.

FERREIRA, A. B. de H. **O Mini Dicionário da Língua Portuguesa**. 5. ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, p. 874. 2003.

FERREIRA, A. G.; ÁQUILA, M. E. A Alelopatia: uma área emergente da ecofisiologia. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 12 edição especial, p. 175-204, 2000.

FERREIRA, B. G. A. **Estaquia de *Psychotria nuda* (Cham. & Schltdl.) Wawra:** Influência do ambiente de coleta, fenofases, nutrição mineral e fator genético. 2013. (Doutorado em Agronomia) Universidade Federal do Paraná, Curitiba - PR. 2013.

FERREIRA, L. E.; CASTRO, P. M. N.; CHAGAS, A. C. S.; FRANÇA, S. C.; BELEBONI, R.O.*In vitro* anthelmintic activity of aqueous leaf extract of *Annona muricata* L. (Annonaceae) against *Haemonchus contortus* from sheep. **Experimental Parasitology**, v. 134, n. 3, p. 327-332, 2013.

FERRER FERNANDEZ, N. Memoria e identidad para transmitir alternativas. **Soberanía alimentaria, biodiversidad y culturas**, n°. 19, p. 48-51. 2014.

FIGUEIREDO, E. **Fenologia reprodutiva de espécies arbóreas no campus da**

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. 2007 (Monografia do curso de Engenharia Florestal) Instituto de Florestas, UFRRJ. Seropédica, RJ. 2007.

FILGUEIRAS, T. S. **Botânica para quem gosta de plantas**. 2ª ed. São Paulo: Ed. Livro Pronto. 2008.

FILHO, A. B.; LAMAS, C.; LEITE, L. G.; ALMEIDA, J. E. M.; COSTA, V. A.; MARTINS, L. M. Flutuação populacional do percevejo de renda *Leptopharsa hevea* e em Pindorama, SP. **Arq. Inst. Biol., São Paulo** 70: 435-439. 2003.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza, CE: UEC, 2002.

FONSECA, J. J. S. Metodologia da pesquisa científica. In: GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa** (Apostila). 4 ª ed. São Paulo: Atlas. 2007.

FONSECA, L. D.; VIEIRA, T. M.; LÁZARO, S. F.; SILVA, M. L. F.; FERREIRA, A. V. P.; BASTOS, G. A.; MORAIS-COSTA, F.; MARTINS, E. R.; DUARTE, E. R. Eficácia *in vitro* de extratos aquosos de plantas no controle de nematódeos gastrintestinais de bovinos. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 42, p. 1-8, 2014.

FONTANA, A.; SILVA, C. F. DA; PEREIRA, M. G.; LOSS, A.; BRITO, R. J. DE; BENITES, V. DE M. Avaliação dos compartimentos da matéria orgânica em área de Mata Atlântica. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 33, 3:545-550. 2011.

FORTES, G. A. C.; NAVES, S. S.; GODOI, F. F. F.; DUARTE, A. R.; FERRI, P. H.; SANTOS, S. C. Assessment of a maturity index in jabuticaba fruit by the evaluation of phenolic compounds, essential oil components, sugar content and total acidity. **American Journal of Food Technology** 6(11): 974-984. 2011.

FLOR, A. S. S. O.; BARBOSA, W. L. R. Sabedoria popular no uso de plantas medicinais pelos moradores do bairro do sossego no distrito de Marudá - PA. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais** 17:757-768. 2015.

FLORA DE SANTA CATARINA https://sites.google.com/site/biodiversidadecatarinense. Acessado em 28 de set. de 2017.

FLORA DO BRASIL *Malvaceae* no Flora do Brasil 2020 em construção. **Jardim Botânico do Rio de Janeiro**. 2018. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB156>. Acesso em: 08 jan. 2018.

FLORA DO BRASIL 2020 EM CONSTRUÇÃO. **Jardim Botânico do Rio de Janeiro**. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>. Acesso em: 20 set. 2017.

FLORA DO BRASIL 2020 EM CONSTRUÇÃO. **Jardim Botânico do Rio de Janeiro**. Disponível em: < http://floradobrasil.jbrj.gov.br/ >. Acesso em: 11 jan. 2018.

FRAGA, M. E.; BRAZ, D. M.; ROCHA, J. F.; PEREIRA, M. G.; FIGUEIREDO, D. V. Interação microrganismo, solo e flora como condutores de biodiversidade na Mata Atlântica. **Acta Botanica Brasilica** 26(4): 857-865. 2012.

FRAHM, J. P.; GRADSTEIN, S. R. An altitudinal zonation of tropical rain forests using bryophytes. **Journal of Biogeography** 18:669-678. 1991.

FRANCIS, J. K. ***Syzygium jambos* (L.) Alst. rose apple**. New Orleans, LA: Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 506-509. 1990.

FRANZEN, D. W.; NANNA, T.; NORVELL, W. A. (2006) A survey of soil attributes in North Dakota by landscape position. **Agronomy Journal**, 98:1015-1022. 2006.

FREE, J. B. **Insect pollination of crops**. Second edition. London: Academic Press, Harcourt Brace Jovanovich, Publishers. XII, 684p. 1993.

FREIRE, J. L.; Dubeux Júnior, J. C. B.; Lira, M. A.; Ferreira, R. L. C.; Santos, M. V. F.; Freitas, E. V. Decomposição de serapilheira em bosque de sabiá na Zona da Mata de Pernambuco. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 39, n. 8, p. 1659-1665, 2010.

FREITAS, L.; CASAGRANDE, J. C.; OLIVEIRA, I. A.; SOUZA JÚNIOR, P. R.; CAMPOS, M. C. C. Análises multivariadas de atributos químicos do solo para caracterização de ambientes. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 8, n. 2, 10:55-164. 2014.

FREITAS, S. R.; MELLO, M.C.S.; CRUZ, C.B.M. Relationships between forest structure and vegetation indices in Atlantic Rainforest. **Forest Ecology and Management** 218:353-362. 2005.

FUJIMOTO, R. Y.; COSTA, H. C.; RAMOS, F. M. Controle alternativo de helmintos de Astyanax cf. zonatus utilizando fitoterapia com sementes de abóbora (*Cucurbita maxima*) e mamão (*Carica papaya*). **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 32, n. 1, p. 5-10, 2012.

GABBIATTI, G. C.; MARQUES, A. C. R.; SANTIAGO, M. P.; SARTOR, C. F. P.; AMARAL, V. Estudo da ação hipolipidêmica e hipoglicêmica do extrato bruto de *Pereskia aculeata* em ratos. In: VII ENCONTRO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO CIENTÍFICA CESUMAR. **Anais...** Maringá, Brasil, pp. 1-5. 2011.

GABE, M. Techiniques Histologiques. Paris: Masson & Cie. 1968.

GADOTTI, M. **A questão da educação formal/não-formal**. Droit à l'education: solution à tous les problèmes sans solution? Sion: Institut International des droits de l'enfant. 2005.

GAHAN, P. B. **Plant Histochemistry and Cytochemistry** - An Introdution. London: Academic Press. 1984.

GALLO, D.; NAKANO, O.; NETO, S. S.; CARVALHO, R. P. L.; BAPTISTA, G. C.; FILHO, E. B.; PARRA, J. R. P.; ZUCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VERDRAMIM, J.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. **Entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ. 2002.

GARCÍA, D.; CHACOFF, N. P. Scale-dependent effects of habitat fragmentation on Hawthorn pollination, frugivory, and seed predation. **Conservation Biology** 21(2): 400-411. 2007.

GASPARRI, S. Estudo da atividade antioxidante mutagênica/antimutagênica induzida pelo

extrato vegetal da *Costus*. 2005. (Dissertação de Mestrado) - Universidade Luterana do Brasil. Canoas, 2005.

GBOLADE, A. A.; DZAMIC, A. M.; RISTIC, M. S.; MARIN, P.D. Essential oil composition of *Centratherum punctatum* from Nigeria. Chemistry of natural compounds 45:118-119. 2009.

GILLER, K. L.; BEARE, M. H.; LAVELLE, P.; IZAC, A. M. N.; SWIFT, M. J. Agricultural intensification, soil biodiversity and agroecosystem function. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam 6: 3-16. 1997.

GINAC, L. D.; NICHOLSON, B. J.; BAVLEY, S. E. The utilization of bryophytes in bioclimatic modeling: Predicted northward migration of peatlands in the Mackenzie River Basin, Canada, as a result of global warming. **Bryologist** 101:572-587. 1998.

GIONGO, V.; MENDES, A. M. S.; CUNHA, T. J. F.; GALVÃO, S. R. S. Decomposição e liberação de nutrientes de coquetéis vegetais para a utilização no Semiárido brasileiro. **Ciência Agronômica** 42: 611-618. 2011.

GOBBO-NETO, L.; LOPES, N. P. Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. **Química Nova**, v. 30, n. 2, p. 374-381, 2007.

GODINHO, T. DE O.; CALDEIRA, M. V. W.; ROCHA, J. H. T.; CALIMAN, J. P.; TRAZZI, P. A. Quantificação de biomassa e nutrientes na serapilheira acumulada em trecho de floresta estacional semidecidual submontana, ES. **Cerne** 20: 11-20. 2014.

GOFFINET, B.; BUCK, W. R.; SHAW, A. J. Morphology and classification of the Bryophyta. In: GOFFINET, B.; SHAW, A. J. (eds) **Bryophyte Biology**, pp. 55-138. New York: Cambridge University Press. 2009.

GOFFINET, B.; SHAW, A. J. **Bryophyte Biology**, 2nd ed. New York: Cambridge University Press. 2009.

GOHN, M. G. Educação não formal, participação da sociedade civil e estruturas colegiadas nas escolas. Ensaio: **Avaliação e Políticas Públicas em Educação** 14: 27-38. 2006.

GOLCHIN, A. et al. Soil structure and carbon cycling. **Australian Journal of Soil Research**, Victoria, v. 32, 5:1043-1068. 1994.

GOMES, R.; PINHEIRO, M. C. B.; LIMA, H. A. de. Fenologia reprodutiva de quatro espécies de Sapotaceae na restinga de Maricá, RJ. **Revista Brasileira de Botânica** 31(4):679-687. 2008.

GOMES, R.; PINHEIRO, M. C. B.; LIMA, H. A. de.; SANTIAGO-FERNANDES, L. D. R. Biologia floral de *Manilkara subsericea* e de *Sideroxylon obtusifolium* (Sapotaceae) em restinga. **Revista Brasileira de Botânica** 33(2):271-283. 2010.

GOMES, S. M.; SOMAVILLA, N. S. D. N.; GOMES-BEZERRA, K. M.; MIRANDA, S. C.; DE-CARVALHO, O. S.; GRACIANO-RIBEIRO, D. Anatomia foliar de espécies de Myrtaceae: contribuições à taxonomia e filogenia. **Acta Botanica Brasilica** 23(1): 223-238. 2009.

GOMES, V.; AGOSTINI, G.; AGOSTINI, F.; ATTI DOS SANTOS, A. C.; ROSSATO, M. Variation in the essential oils composition in Brazilian populations of *Schinus molle* L (Anacardiaceae) **Biochemical Systematics and Ecology** 48:222-227. 2013.

GONZÁLEZ-MIQUEO, L.; ELUSTONDO, D.; LASHERAS, E.; SANTAMARÍA, J. Use of native mosses as biomonitors of heavy metals and nitrogen deposition in the surroundings of two steel works. **Chemosphere** 78:965-971. 2010.

GOVAERTS, R.; SOBRAL, M.; ASHTON, P.; BARRIE, F.; HOLST, B. K.; LANDRUM, L. L.; MATSUMOTO, K.; MAZINE, F.; NIC LUGHADHA, E.; PROENCA, C.; SOARES-SILVA, L. H.; WILSON, P. G.; LUCAS, E. **World Checklist of Myrtaceae**. The Board of Trustees of the Royal Botanic Gardens, Kew. Disponível em: <http://apps.kew.org/wcsp/myrtaceae/ accessed>. Acesso em 21 nov. 2011.

GLIME, J. M. Bryophyte Ecology Volume 1 - Physiological Ecology. Ebook sponsored by **Michigan Technological University and the International Association of Bryologists**. 2007. Disponível em: <http://digitalcommons.mtu.edu/bryophyte-ecology/>. Acesso em: 25 set. 2017.

GRADSTEIN, S. P.; COSTA, D. P. The Hepaticae and Anthocerotae of Brazil. **Memoirs of the New York Botanical Garden** 87:1-301. 2003.

GRADSTEIN, S. P.; CHURCHILL, S. P.; SALAZAR-ALLEN, N. Guide to the Bryophytes of Tropical America. **Memoirs of the New York Botanical Garden** 86:1-577. 2001.

GRADSTEIN, S. R.; PÓCS, T. Bryophytes. In: LIETH, H.; WERGER, M. J. A. (eds), **Tropical Rain Forest Ecosystems**, pp. 311-325. Amsterdam: Elsevier Science Publishers. 1989.

GRADSTEIN, S. R.; PÓCS, T.; VÁÑA, J. Disjunct Hepaticae in tropical America and Africa. **Acta Botanica Hungarica** 29:127-171. 1983.

GREGORY, M.; BAAS, P. A survey of mucilage cells in vegetative organs of the dicotyledons. **Israel Journal of Botany** 38:125-174. 1989.

GRISI, L.; LEITE, R. C.; MARTINS, J. R. S.; BARROS, A. T. M.; ANDREOTTI, R.; CANÇADO, P. H. D.; LEÓN, A. A. P.; PEREIRA, J. B.; VILLELA, H. S. Reassessment of the potential economic impact of cattle parasites in Brazil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária** 23:150-156. 2014.

GRUENWALD, J.; BRENDLER, T.; JAENICKKE, C. Physicians Desk References (PDR) for herbal medicines. **Medical Economics Company**, New Jersey. 2000.

GUARESCHI, R. F.; PEREIRA, M. G.; MENEZES, C. E. G.; ANJOS, L. H. C.; CORREIA, M. E. F. Atributos químicos e físicos do solo sob pastagem e estádios sucessionais de floresta estacional. **Revista de la Facultad de Agronomía La Plata**, 113 (1): 47-56. 2014.

GUERRA, R.T.; BARBOSA, A.S.; CAMARÃO, G.R. O jardim botânico vai às escolas e as escolas vão ao jardim botânico. In: I Congresso Brasileiro de Extensão Universitária. 1., 2002. João Pessoa. **Anais.** João Pessoa: UFPB, ICBEU, 2002. http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?jornal=3&pagina=123&data=01/03/2012. Acessado em 28 de maio de 2020.

GUIMARÃES, J. L. O Jardim Botânico da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, suas origens, na implantação e seu desenvolvimento. In: XXXIII CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA. **Anais...** Maceió, Brasil. pp. 37-48. 1982.

HALLINGBÄCK, T.; HODGETTS, N. Mosses, liverworts & hornworts: a status survey and conservation action plan for bryophytes. **IUCN**, Gland. 2000.

HAMMER, Ø.; HARPER, D. A. T.; RYAN, P. D. Paleontological Statistics Software: Package for Education and Data Analysis. **Palaeontologia Electronica** 4:1-9. 2001.

HECKENDORN, F.; HÄRING, D. A.; MAURER, V.; SENN, M.; HERTZBERG, H. Individual administration of three tanniferous forage plants to lambs artificially infected with *Haemonchus contortus* and *Cooperia curticei*. **Veterinary Parasitology**, v. 146, n. 1-2, p. 123-134, 2007.

HENNEBELLE, T.; SAHPAZ, S.; DERMONT, C.; JOSEPH, H.; BAILLEUL, F. The Essential Oil of Lippia alba: Analysis of Samples from French Overseas Departments and Review of Previous Works Chemistry & Biodiversity 3:1116-1125. 2006.

HERATH, H. M. W.; IRUTHAYATHAS, E. E.; ORMROD, D. P. Temperature effects on essential oil composition of citronella selections. **Economic Botany** 33, 425-430. 1979.

HERNÁNDEZ, L. E.; PARRA, D. G.; MARIN, A. C. Ación repelente y acarida del Melinis minutiflora sobre el *Boophilus microplus*. **Revista Colombiana de Ciencias Químico Farmacéuticas** 16:17-21. 1987.

HOEHNE, F. C.; KUHLMANN, M.; HANDRO, O. O. **O Jardim Botânico de São Paulo**. São Paulo: Secretaria da Agricultura, Indústria e Comércio. 1941.

HOLANDA, A. C.; FELICIANO, A. L. P.; MARANGON, L. C.; FREIRE, F. J.; HOLANDA, E. M. Decomposição da serapilheira foliar e respiração edáfica em um remanescente de caatinga na Paraíba. **Revista árvore** 39: 245-254. 2015.

HOWART, W. O.; HORNER, L. G. G. PRACTICAL BOTANY FOR THE TROPICS. London: University London Press. 1959.

HRCKOVA, G.; VELEBNY, S. Pharmacological potential of selected natural compounds in the control of parasitic diseases. **Springer Briefs in Pharmaceutical Science & Drug Development**, 2013. Disponivel em: http://www.springer.com/la/book/9783709113240, acesso em 15 set. 2017.

HUMEAU, L.; PAILLER, T.; THOMPSON, J. D. Cryptic dioecy and leadky dioecy in endemic species of *Dombeya* (Sterculiaceae) on La Réunion. **American Journal of Botany**. v. 86, n.10, p. 1437-1447. 1999.

HUMEAU, L.; PAILLER, T.; THOMPSON, J. D. Variation in gender and flower-size dimorphism in the dioecious tree *Dombeya ciliate* an endemic to La Réunion Island. **Biotropica** 32(3):463-472. 2000.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira** 2ª ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.

INMET – **Instituto Nacional de Meteorologia**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Brasília, 2020.

INMET – **Instituto Nacional de Meteorologia**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Brasília. 2016.

ISMAN, M. Plant essential oils for pest and disease management. **Crop protection** 19:603-608. 2000.

IUCN. International Union for Conservation of Nature. **Red List**: Categories and criteria. 2nd ed. 3.1:14-22. 2012.

IUCN, W. H. O.; W. W. F. Guidelines on the conservation of medicinal plants. **World Wide Fund for Nature Symbol Copyright**, Switzerland. 1993.

JARAMILLO-BOTERO, C.; SANTOS, R. H. S.; FARDIM, M. P.; PONTES, T. M.; SARMIENTE, F. Produção de serapilheira e aporte de nutrientes de espécies arbóreas nativas em um sistema agroflorestal na Zona da Mata de Minas Gerais. **Revista Árvore** 32: 869-877. 2008.

JACOBUCCI, D. F. C. Contribuições dos espaços não formais de educação para a formação da cultura científica. **Em extensão**, Uberlândia 7:55-66. 2008.

JARDIM BOTÂNICO DO RIO DE JANEIRO. **Flora do Brasil 2020 em Construção**. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB171>. Acesso em: 13 mar. 2018.

JBRJ - **Jardim Botânico do Rio de Janeiro**. Disponível em: <http://www.jbrj.gov.br/> Acesso em: 11 de novembro de 2016.

JENNY, H. **Factors of soil formation:** A system of quantitative. New York: McGraw-Hill, 271p. 1941.

JENSEN, W. A. **Botanical histochemistry**: principles and practice. San Francisco: W. H. Freeman & Co. 1962.

JIMÉNEZ-CERVANTES, C.; SALANO, F.; KOBAYASHI, T.; URABE, K.; HEARING, V.; LOZANO, J.; GARCIA-BORRÓN, J. A new enzymatic function in the melanogenic pathway. The 5,6-dihydroxylindole-2-carboxilic acid oxidase activityof tyrosinase-related protein-1 (TRP1). **Journal Biological Chemistry**, 269(27), 17993-18001. 1994.

JOHANSEN, D. A. **Plant microtechinique**. New York: MacGraw-Hill Company Book. 1940.

JONSSON, N. N.; MAYER, D. G.; GREEN, P. E. Possible risk factors on Queensland dairy farms for acaricide resistance in cattle tick (*Boophilus microplus*). **Veterinary Parasitology** 88:79-92. 2000.

JUDD, W. S.; CAMPBELL, C. S.; KELLOGG, E. A.; STEVENS, P. F.; DONOGHUE, M. J. **Plant systematics:** a phylogenetic approach. New York: Sinauer Associates. 612p. 2008.

JUDD, W. S.; CAMPBELL, C. S.; KELLOGG, E. A.; STEVENS, P. F.; DONOGHUE, M. J. **Sistemática Vegetal**: um enfoque filogenético. 3ªed. Porto Alegre: Artmed. 2009.

KÄMPF, N.; CURI, N. Conceito de solo e sua evolução histórica. In: KER, J. C.; CURI, N.; SCHAEFER, C. E. G. R.; VIDAL-TORRADO, P. **Pedologia:** Fundamentos. Viçosa-MG, SBCS, 343p. 2012a.

KÄMPF, N.; CURI, N. Formação e evolução do solo (Pedogênese). In: KER, J. C.; et al. **Pedologia:** Fundamentos. Viçosa: SBCS, pp. 207-302. 2012.

KATIKI, L. M.; CHAGAS, A. C. S.; BIZZO, H. R.; FERREIRA, J. F. S.; AMARANTE, A. F. T. Anthelmintic activity of *Cymbopogon martinii*, *Cymbopogon schoenanthus* and *Mentha piperita* essential oils evaluated in four different in vitro tests. **Veterinary Parasitology**, v. 183, n. (1-2), p. 103-108, 2011.

KATO, L.; DE OLIVEIRA, C. M. A.; FARIA, E. O.; RIBEIRO, L. C.; CARVALHO, B. G.; DA SILVA, C. C.; SCHUQUEL, I. T. A.; SANTIN, S. M. O.; NAKAMURA, C. V.; BRITTA, E. A.; MIRANDA, N.; IGLESIAS, A. H.; DELPRETE, P. Antiprotozoal alkaloids from *Psychotria prunifolia* (Kunth) Steyerm. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, 23(2), 355-360. 2012.

KEARNS, C. A.; INOYE, D. W.; WASER, N. Endangered mutualism the conservation of the plant-pollinator interactions. **Annual Review of Ecology and Systematics** 29:83-112. 1998.

KERBOEUF, D.; RIOU, M.; GUÉGNARD, F. Flavonoids and Related Compounds in Parasitic Disease Control. **Mini-Reviews in Medicinal Chemistry**, v. 8, p. 116-128, 2008.

KIEHL, E. J. **Manual de edafologia**. São Paulo : Ed. Ceres. 264p. 1979.

KINUPP, V. F.; BARROS, I. B. I. Levantamento de dados e divulgação do potencial das plantas alimentícias alternativas no Brasil. **Horticultura brasileira** v. 22, n. 2. 2004.

KINUPP, V. F. **Plantas Alimentícias Não Convencionais da região Metropolitana de Porto Alegre**. Porto Alegre: Universidade do Rio Grande do Sul, 2007.

KINUPP, V. F.; LORENZI, H. **Plantas Alimenticias Não Convencionais (PANC) no Brasil:** guia de identificação, aspectos nutricionais e receitas ilustradas. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora. 2014.

KLAFKE, G. M.; SABATINI, G. A.; DE ALBUQUERQUE, T. A.; MARTINS, J. R.; KEMP, D. H.; MILLER, R. J.; SCHUMAKER, T. T. Larval immersion tests with ivermectin in populations of the cattle tick *Rhipicephalus* (*Boophilus*) *microplus* (Acari: Ixodidae) from State of São Paulo, Brazil. **Veterinary Parasitology** 142:386-390. 2006.

KOKETSU, M.; GONÇALVES, S. L. Óleos essenciais e sua extração por arraste a vapor. EMBRAPA-CTAA, Rio de Janeiro. 1991.

KLEIN, D. E.; GOMES, V. M.; SILVA-NETO, E. J.; CUNHA, M. The Structure of Colleters in Several Species of Simira (Rubiaceae). **Annals of Botany** 94: 733-740. 2004.

KLEINN, C.; VILCKO, F. Design-unbiased estimation for point-to-tree distance sampling. **Canadian Journal of Forest Research**. 6:1407-1414. 2006.

KOFIDIS, G.; BOSABALIDIS, A.; KOKKINI, S. Seasonal Variation of Essential Oils in a Linalool-Rich Chemotype of *Mentha spicata* Grown Wild in Greece. **Journal of Essential Oil Research** 16:469-472. 2004.

KOKKINI, S.; VOKOU, D. *Mentha spicata* (Lamiaceae) chemotypes growing wild in Greece. **Economic Botany** 43:192-202. 1989.

KORASAKI, V.; MORAIS, J. W.; BRAGA, R. F. Macrofauna. In: MOREIRA, F. M. S.; CARES, J. E.; ZANETTI, R.; STÜRMER, S. L. (eds) **O ecossistema solo:** componentes, relações ecológicas e efeitos na produção vegetal. Lavras: Editora da UFLA, 79-128. 2013.

KOTHARI, R. The Indian Essential Oil Industry. **Perfumer & Flavorist** 30:46-50. 2005.

KRASILCHIK, M. **Prática de Ensino de Biologia**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2005.

KREMEN, C. Managing ecosystem service: What do we need to know about their ecology. **Ecology Letters**, 8, 468-479. 2005.

KRONESTEDT-ROBARDS, E.; ROBARDS, A. W. Exocytosis in gland cells. In: HAWES, C. R.; COLEMAN, J. O. D.; EVANS, D. E. (Eds.). **Endocytosis, exocytosis and vesicle traffic in plants**. Cambridge: Cambridge University Press. 1991. p. 199-232.

KUBECZKA, K. H. History and sources of essential oil research. In: BASER, K. H. C.; BUCHBAUER, G. (eds), **Handbook of Essential Oils:** Science, Technology, and Applications, pp. 3-39. Boca Raton: CRC Press, 2010.

KUKLINSKI, C. **Farmacognosia:** Estudio de las drogas y sustancias medicamentosas de origen natural. Barcelon: Ediciones Omega. 2000.

KURILOV, D. V.; KIRICHENKO, E. B.; BIDYUKOVA, G. F.; OLEKHNOVICH, L. S.; KU, L. D. Composition of the essential oil of introduced mint forms of *Mentha piperita* and *Mentha arvensis* species Doklady. **Biological Sciences** 429:538-540. 2009.

KURTZ, B. C.; ARAÚJO, D. S. D. Composição florística e estrutura do componente arbóreo de um trecho de Mata Atlântica na Estação Ecológica Estadual do Paraíso, Cachoeiras de Macacu, Rio de Janeiro, Brasil. **Rodriguésia**, 51:69-111. 2000. Disponível em:http://www.jstor.org/stable/23497546?seq=1#. Acesso em: 26 set. 2017.

LACHOWICZ, K. J.; JONES, G. P.; BRIGGS, D. R.; BIENVENU, F. E.; PALMER, M. V.; MISHRA, V.; HUNTER, M. M. Characteristics of Plants and Plant Extracts from Five Varieties of Basil (*Ocimum basilicum* L) Grown in Australia. **Journal of Agricultural and Food Chemistry** 45:2660-2665. 1997.

LAVELLE, P.; BIGNELL, D.; LAPAGE, M. Soil function in changing world: the role of invertebrate ecosystems engineers. **European Journal Soil Biology**, 33(4): 159-19. 1997.

LÁZARO, S. F.; FONSECA, L. D.; FERNANDES, R. C.; TOLENTINO, J. S.; MARTINS, E. R.; DUARTE, R. Efeito do extrato aquoso do algodão de seda (*Calotropis procera* Aiton) sobre a eficiência reprodutiva do carrapato bovino. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais** 14:302-305. 2012.

LEAL, P. F.; CHAVES, F. C. M.; MING, L. C.; PETENATE, A. J.; ANGELA. M.; MEIRELES, A. Global yields. Chemical compositions and antioxidant activities of clove basil (*Ocimum gratissimum* L.) extracts obtained by supercritical fluid extraction. **Journal of Food Process Engineering** 29:547-559. 2006.

LEFF, E. **Saber Ambiental:** sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder. Petrópolis, RJ: Vozes, 2001.

LEPSCH, I. F.; SILVA, N. M; ESPIRONELO, A. Relação entre matéria orgânica e textura de solos sob cultivo de algodão e cana-de-açúcar, no Estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v. 41, 6:231-236. 1982.

LIMA, G. C. **Variabilidade espacial dos atributos físicos e químicos e índice de qualidade dos solos da sub-bacia das Posses, Extrema (MG), sob diferentes Agroecossistemas**. 2013. (Tese de Doutorado) - Universidade Federal de Lavras. Lavras, 2013.

LIMA, M. M.; FARIAS, M. P. O.; ROMEIRO, E. T.; FERREIRA, D. R. A.; ALVES, L. C.; FAUSTINO, M. A. G. Eficácia da moxidectina, ivermectina e albendazole contra helmintos gastrintestinais em propriedades de criação caprina e ovina no Estado de Pernambuco. **Ciência Animal Brasileira**, v. 11, n. 1, p. 94-100, 2010.

LIMA, S. S. ALVES, B. J. R.; AQUINO, A. M.; MERCANTE, F. M.; PINHEIRO, E. F. M.; SANT'ANNA S. A. C.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R. M. Relação entre a presença de cupinzeiros e a degradação de pastagens. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 46: 1699-1706. 2011.

LIMA, S. S.; AQUINO, A. M.; UZÊDA, M. C.; VASCONCELOS, R.; SAGGIN JÚNIOR, O. Efeito do manejo de pastagem sobre a macrofauna invertebrada do solo em sistemas de produção orgânica. In: XVIII Reunião Brasileira de Manejo e Conservação do Colo e da Água. **Anais...** Teresina, pp. 14. 2010.

LINS, S. R. O.; OLIVEIRA, S. M. A.; XAVIER, H. S.; RANDAU, K. P. Prospecção fitoquímica de extratos de plantas e controle da podridão peduncular em manga. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 7, n. 1, p. 97-103, 2012.

LISBOA, R. C. L.; ILKIU-BORGES, A. L. Diversidade das briófitas de Belém (PA) e seu potencial como indicadoras de poluição. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, série Botânica** 11(2):131-293. 1995.

LLOYD, D. G.; SCHOEN, D. J. Self and cross fertilization in plants, I: Functional dimensions. **Int. J. Plant. Sci**. 153:358-369. 1992.

LÔBO, K. M. S.; ATHAYDE, A. C. R.; SILVA, A. M. A.; RODRIGUES, F. F. G.; LÔBO, I. S.; BEZERRA, D. A. C.; COSTA, J. G. M. Avaliação da atividade antibacteriana e prospecção fitoquímica de *Solanum paniculatum* Lam. e *Operculina hamiltonii* (G. Don) D. F. Austin & Staples, do semi- árido paraibano. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 12, n. 2, p. 227-233, 2010.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras:** manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil, vol 1, 4. ed, Nova Odessa: Instituto Plantarum. 2002.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras:** manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil, vol. 3, 1. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum. 2009.

LORENZI, H. **Plantas Daninhas do Brasil:** terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas. 4th ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum. 2008.

LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. **Plantas medicinais no Brasil Nativas e Exóticas**. 2th ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008.

LORENZI, H.; SOUZA, H. M. **Plantas ornamentais no Brasil:** arbustivas, herbáceas e trepadeiras. Nova Odessa: Plantarum. 1088p. 2008.

LORENZI, H.; SOUZA, H. M.; TORRES, M. A. B.; BACHER, L. B. **Árvores exóticas no Brasil. Madeireiras, ornamentais e aromáticas.** Nova Odessa: Editora Instituto Plantarum, 368 p. 2003.

LOSS, A; PEREIRA, M. G.; GIÁCOMO, S. G.; PERIN, A.; ANJOS, L. H. C. Agregação, carbono e nitrogênio em agregados do solo sob plantio direto com integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira,** Brasília, v.46, n.10, p. 1269-1276. 2011.

LUCAS, E. J.; HARRIS, S. A.; MAZINE, F. F.; BELSHAM, S. R.; NIC LUGHADHA, E. M.; TELFORD, A.; GASSON, P. E.; CHASE, M. W. Suprageneric philogenetics of Myrteae, the generically richest tribe in Myrtaceae (myrtales). **Taxon** 56 (4):1105-1128. 2007.

LUCIANO, R.; ALBUQUERQUE, J. A.; COSTA, A.; BATISTELLA, B.; WARMLING, M. T. Atributos físicos relacionados à compactação de solos sob vegetação nativa em região de altitude no Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 36:1733-1744. 2012.

LUDWICZUK, A.; SKALICKA-WOŹNIAK, K.; GEORGIEV, M. I. Terpenoids. In: BADAL, S.; DELGODA, R. (eds), **Pharmacognosy:** Fundamentals, Applications and Strategy, pp. 233-266, London: Elsevier, 2017.

LUGHADHA, E. N.; PROENÇA, C. Survey of the reproductive biology of the Myrtoideae (Myrtaceae). **Annals of the Missouri Botanical Garden** 83:480-503. 1996.

MABRY, T. J.; GILL, J. E. Sesquiterpenes lactones and other terpenoids.In: **Herbivores.Their Interactions with Secondary Plant Metabolites,** pp. 501-537 [GA Rosental and TH Janzen, editors]. London: Academic Press. 1979.

MACEDO, I. T. F.; BEVILAQUA, C. M. L.; OLIVEIRA, L. M. B.; CAMURÇA-VASCONCELOS, A. L. F.; VIEIRA, L. S.; OLIVEIRA, F. R.; QUEIROZ-JUNIOR, E.M.; PORTELA, B. G.; BARROS, R. S.; CHAGAS, A. C. S. Atividade ovicida e larvicida *in vitro* do óleo essencial de *Eucalyptus globulus* sobre *Haemonchus contortus*. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 18, n. 3, p. 62-66, 2009.

MACHADO, D. L.; PEREIRA, M. G.; CORREIA, M. E. F.; DINIZ, A. R.; SANTOS, L. L.; MENEZES, C. E. G. Ciclagem de nutrientes em diferentes estágios sucessionais da Mata Atlântica na bacia do rio Paraíba do Sul, RJ. **Bioscience Journal** 31(4): 1222-1237. 2015.

MACHADO, I. C.; LOPES, A. V. Floral Traits and Pollination Systems in the Caatinga, a Brazilian Tropical Dry Forest. **Annals of Botany** 94: 365:376. 2004.

MACHADO, I. C.; LOPES, A. V. Recursos florais e sistemas de polinização e sexuais em Caatinga. In: LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. (eds.) **Ecologia e conservação da Caatinga**, pp. 515-563. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2008.

MACHADO, I. C.; SAZIMA, M. Biologia da polinização e pilhagem por beija-flores em *Ruellia asperula* Lindau (Acanthaceae) na caatinga, nordeste brasileiro. **Revista Brasil. Bot.** 18: 24: 33. 1995.

MACHADO, I. C.; SAZIMA, M. **Pollination and breeding system of *Melochia tomentosa* L. (*Malvaceae*)**: a keystone floral resource in the Brazilian Caatinga. Flora. 2007. http://www.cpatsa.embrapa.br/public_eletronica/downloads/OPB1810.pdf. Acesso em 16 set. 2014.

MACHADO, L. V.; RANGEL, O. J. P.; MENDONÇA, E. S.; MACHADO, R. V.; FERRARI, J. L. Fertilidade e compartimentos da matéria orgânica do solo sob diferentes sistemas de manejo. **Coffee Science**, 9(3): 289-299. 2014.

MACHADO, S. R. Aspectos subcelulares da secreção. In: CAVALCANTI, T. B.; WALTER, B. M. T. (Coords.). **Tópicos atuais em botânica**: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia/Sociedade Botânica do Brasil. 2000.

MACIEL, M. A. M.; PINTO, A. C.; VEIJA JR, V. F.; GRYNBERG, N. F.; ECHEVARRIA, A. **Plantas medicinais:** a necessidade de estudos multidisciplinares. **Química Nova** 25:429-438. 2002.

MAGALLÓN, S.; HILU, K. W. Land plants (Embryophyta). **In:** HEDGES, S. B.; KUMAR, S. (eds). **The Timetree of Life**, pp. 133-137. New York: Oxford University Press. 2009.

MAHALWAL, V. S.; ALI, M. Volatile constituents of *Cymbopogon nardus* (Linn). **Rendle Flavour and Fragrance Journal** 18:73-76. 2003.

MALERBO-SOUZA, D. T.; SANCHEZ JUNIOR, J. L. B.; ROSSI, M. M. Insetos associados às flores do algodoeiro (*Gossypium hirsutum L.*). In: Encontro sobre Abelhas, 5. **Anais...** Ribeirão Preto: Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da USP. 345 p. 2002.

MARANDINO, M.; IANELLI, I. T. Modelos de educação em ciências em museus: análise da visita orientada. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, 14(1). 2012.

MARIANO, K. R. S.; AMORIM, S. M. C.; JÚNIOR, C. A. S. M.; SILVA, K. K. A. Decomposição e liberação de nutrientes da fração foliar de *Coccoloba ramosissima* Wedd. **Revista Brasileira de Biociências** 5: 372-374. 2007.

MARLEY, C. L.; COOK, R.; KEATINGE, R.; BARRET, J.; LAMPKIN, N. H. The effect of birdsfoot trefoil (*Lotus corniculatus*) and chicory (*Cichorium intybus*) on parasite intensities and performance of lambs naturally infected with helminth parasites. **Veterinary Parasitology**, v. 112, n. 1-2, p. 147-155, 2003.

MAROTTI, M.; PICCAGLIA, R.; GIOVANELLI, E. Differences in Essential Oil

Composition of Basil (*Ocimum basilicum* L): Italian Cultivars Related to Morphological Characteristics. **Journal of Agricultural and Food Chemistry** 44:3926-3929. 1996.

MARQUES JÚNIOR, J.; LEPSCH, I. F. Depósitos superficiais neocenozóicos, superfícies geomórficas e solos em Monte Alto, SP. **Geociências**, v. 19, 265-281. 2000.

MARTINI, M. H.; LENCI, C. G.; TAVARES, D. Q. Mucilage pockets in cotiledon tissue of *Theobroma speciosum*. **Acta Microscopica** 12:65-69. 2003.

MARTINS, L. F.; PEREIRA, J. M.; TONELLI, M.; BARETTA, D. Composição da macrofauna do solo sob diferentes usos da terra (cana-de-açúcar, eucalipto e mata nativa) em Jacutinga (MG). **Revista Agrogeoambiental**, 9(1): 11-22. 2017.

MARTINS, P. M. **Influência da temperatura e da velocidade do ar de secagem no teor e composição química do óleo essencial de capim-limão**. 2000. (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal de Viçosa. Viçosa. 2000.

MARTINS, S. V. **Recuperação de áreas degradadas:** ações em áreas de preservação permanente, voçorocas, taludes rodoviários e de mineração. Viçosa: Aprenda Fácil, 270 p. 2009.

MATIAS, R.; CONSOLARO, H. Polinização e sistema reprodutivo de Acanthaceae Juss. no Brasil: uma revisão. **Bioscience Journal** 31:890-907. 2015.

MATOS, F. J. A. **Farmácias Vivas:** sistemas de utilização de plantas medicinais projetado para pequenas comunidades. 4th ed. Fortaleza: Imprensa Universitária/Edições UFC, 2002.

MATTOS, C. C. L. V.; SILVA, M. A. R.; NOGUEIRA, I. B.; BATISTA, I. M. **Caracterização climática da área da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro**. Itaguaí: Arquivos da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 1989.

MAURO, C.; SILVA, C. P.; MISSIMA, J.; OHNUKI, T.; RINALDI, R. B. Estudo anatômico comparado de órgãos vegetativos de boldo miúdo, *Plectranthus ornatus* Codd. e malvariço, *Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng. – Lamiaceae. **Revista Brasileira de Farmacognosia** 18:608-613. 2008.

MCDADE, L. A.; DANIEL, T. F.; KIEL, C. A. Toward a comprehensive understanding of phylogenetic relationships among lineages of Acanthaceae s.l. (Lamiales). **American Journal of Botany** 95(9): 1136-1152. 2008.

MCGREGOR, S. E. **Insect pollination of cultivated crop plants**. USDA. Agriculture Handbook n. 494, 411p. 1976.

MELCHIADES, F. G.; BOSCHI, A. O. Cores e revestimentos cerâmicos. **Cerâmica Industrial, São Paulo** 4: 11-8. 1999.

MELO, F. V.; BROWN, G. G.; CONSTANTINO, R.; LOUZADA, J. N. C.; LUIZÃO, F. J.; MORAIS, J. W.; ZANETTI, R. Biologia do Solo. **Boletim informativo da SBCS**. 2009

MELLO, Z. R.; LOURENÇO, G. A.; YANO, O. Briófitas do Orquidário Municipal de Santos, São Paulo, Brasil. In: **Anais do I Congresso Brasileiro de Pesquisas Ambientais.** São Paulo, Brasil, pp. 92-94. 2001.

MENEZES, C. E. G.; CORREIA, M. E. F.; PEREIRA, M. G.; BATISTA, I.; RODRIGUES, K. M.; COUTO, W. H.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, I. P. Macrofauna edáfica em estádios sucessionais de floresta estacional semidecidual e pastagem mista em pinheiral (RJ) **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 33: 1647-1656. 2009.

MENEZES, C. E. G.; PEREIRA, M. G.; CORREIA, M. E. F.; ANJOS, L. H. C.; PAULA, R. R.; SOUZA, M. E. Aporte e decomposição da serapilheira e produção de biomassa radicular em florestas com diferentes estágios sucessionais em Pinheiral, RJ. **Ciência Florestal**, 20(3): 439-452. 2010.

MENGHINI, F. B.; GUERRA A. F. S. Trilhas interpretativas: Caminhos para a educação ambiental. In: 7° Seminário de Pesquisa em Educação da Região Sul. 2008. Itajaí. **Anais...** Itajaí: UNIVALI, 2008.

MICHAHELLES, K. **Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: EMC Edições. 2000.

MICHELIN, D. C.; FINATI, S. C. G.; SACRAMENTO, L. V. S.; VILEGAS, W.; SALGADO, H. R. N. Controle de qualidade da raiz de *Operculina macrocarpa* (Linn) Urb., Convolvulaceae. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. *20, n.* 1, p. 18-22, 2010.

MIGLIORINI, R. C. O.; JUNQUEIRA, F. F.; MANFRIM, E. N. Biologia Floral e Sistemas Reprodutivos de *Thunbergia grandiflora* Roxb. (Acanthaceae). In: Anais do IX Congresso de Ecologia do Brasil. 2009. São Lourenço. **Anais...** São Lourenço pp.1-3. 2009.

MIN, B. R.; BARRY, T. N.; ATTWOOD, G. T.; MCNABB, W. C. The effect of condensed tannins on the nutrition and health of ruminants fed fresh temperate forages: a review. **Animal Feed Science and Technology**, v. 106, p. 3-19, 2003.

MINISTÉRIO DA SAÚDE **A fitoterapia no SUS e o programa de pesquisas de plantas medicinais da central de medicamentos**. Brasília: Ministério da Saúde, Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos, Departamento de Assistência Farmacêutica e Insumos Estratégicos. 2006.

MIRANDA, E. E.; COLOMBINI, F. **Jardins Botânicos do Brasil**. São Paulo: Metalivros. 2009.

MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; GIL, P. R. **Megadiversity:** Earth's biologically wealthiest nations. Mexico: Cemex. 1997.

MITTERMEIER, R. A.; Gil, P. R.; HOFFMANN, M.; PILGRIM, J.; BROOKS, J.; MIITERMEIER, C. G.; LAMOURUX, J.; FONSECA, G. A. B. **Hotspots Revisited:** Earth's Biologically Richest and Most Endangered Terrestrial Ecoregions. Cemex. Washington, DC, 2004.

MIZUNUMA, T.; MENCUCCINI, M.; WINGATE, L.; OGÉE, J.; NICHOL, C.; GRACE, J. Sensitivity of 10 colour indices for discriminating leaf colours from digital photography. **Methods in Ecology and Evolution**, 5: 1078-1085. 2014.

MOLAN, A. L.; DUNCAN, A.; BARRY, T. N.; MCNABB, W. C. Effects of condensed tannins and sesquiterpene lactones extracted from chicory on the viability of deer lungworm

larvae. **Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production**, v. 60, p. 26-29, 2000.

MOLENTO, M. B. Resistência de helmintos em ovinos e caprinos. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 13, p. 82-87, 2004.

MOLINARO, L. C.; COSTA, D. P. Briófitas do arboreto do Jardim Botânico do Rio de Janeiro. **Rodriguésia** 52(81):107-124. 2001.

MONTEIRO, B. A. P.; MARTINS, I.; GOUVÊA, G. Espaços não formais de educação e discursos presentes na formação inicial de professores de química. In: 7° Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. 2009. Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, 2009.

MORA, V.; BACAICOA, E.; ZAMARREÑO, A. M.; AGUIRRE, E.; GARNICA, M.; FUENTES, M.; GARCÍA-MINA, J. M. Action of humic acid on promotion of cucumber shoot growth involves nitrate-related changes associated with the root-to-shoot distribution of cytokinins, polyamines and mineral nutrients. **Journal of Plant Physiology**, Jena, v. 167, 633-642. 2010.

MOREIRA, F. M. S.; HUISING, J.; BIGNELL, D. E. **Manual de Biologia dos Solos Tropicais**. Amostragem e Caracterização da Biodiversidade. 1. ed. Lavras, MG: UFLA, 2010.

NOBREGA, T. P. Corpo, percepção e conhecimento em Merleau-Ponty. **Estud. psicol.**, Natal, v. 13, n. 2, p. 141-148, ago. 2008.

MORS, W. B.; RIZZINI, C. T.; PEREIRA, N. A. **Medicinal plants of Brazil**. Reference Publication, Algonac. 2000.

MOURA, M. V. L. P.; BRAZ, D. M. **Jardim Botânico da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro:** um pouco de sua história. 1ª ed. Seropédica: EDUR, 2012.

MUCHHALA, N.; CAIZA, A.; VIZUETE, J. C.; THOMSON, J. D. A generalized pollination system in the tropics: bats, birds and *Aphelandra acanthus*. **Annals of Botany** 103: 1481-1487. 2008.

MUNSELL. **Munsell color chart for plant tissues**. Baltimore, p. 19. 2011.

MURRELL, A.; BARKER, S. C. Synonymy of *Boophilus* Curtice, 1891 with *Rhipicephalus* Koch, 1844 (Acari: Ixodidae). **Systematic Parasitology** 56:169-172. 2003.

NARANJO, J. P.; CUBILES, M. A. M.; SALVADÓ, A. C.; CAMPOS, C. G. Actividad antiparasitaria de una decocción de *Mentha piperita* Linn. **Revista Cubana de Medicina Militar** 35:1-4.

NASCIMENTO, E. M.; FURLONG, J.; PIMENTA, D. S.; PRATA, M. C. A. Efeito anti-helmíntico do hidrolato de *Mentha villosa* Huds. (Lamiaceae) em nematóides gastrintestinais de bovinos. **Ciência Rural**, v. 39, n. 3, p. 817-824, 2009.

NASCIMENTO, I. B.; SILVA, A. L. R.; LIMA, J. R. Toxinas naturalmente presentes em alimentos: Um risco potencial. 2007. **Anais...** Disponível em: http://annq.org/congresso2007/trabalhos_apresentados/T95.pdf Acesso em: 19 set. 2017.

NDJONKA, D.; RAPADO, L. N.; SILBER, A. M., LIEBAU, E.; WRENGER, C. natural products as a source for treating neglected parasitic diseases. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 14, n. 2, p. 3395-3439, 2013.

NEPOMUCENO, D. D.; ALMEIDA, J. C. C.; CARVALHO, M. G.; FERNANDES, R. D.; CATUNDA JÚNIOR, F. E. A. Classes of secondary metabolites identified in three legume species. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 42, n. 10, p. 700-705, 2013.

NERY, P. S.; DUARTE, E. R.; MARTINS, E. R. Eficácia de plantas para o controle de nematoides gastrintestinais de pequenos ruminantes: revisão de estudos publicados. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 11, n. 3, p. 330-338, 2009.

NETO, F. V. C.; LELES, P. S S.; PEREIRA, M. G.; BELLUMATH, V. G. H.; ALONSO, J. K. Acúmulo e decomposição da serapilheira em quatro formações florestais. **Ciência Florestal** 23: 379-387. 2013.

NEWSTRON, L. E.; FRANKIE, G. W.; CASTELLS, A. R C. A new classification for plant phenology based on flowering patterns in lowland tropical rain forest trees at la selva. Costa Rica. **Biotropica** 26(2):141-159. 1994.

NIMIS, P. L.; FUMAGALLI, F.; BIZZOTO, A.; CODOGNO, M.; SKERT, N. Bryophytes as indicators of trace metal pollution in the River Brenta (NE Italy). **The Science of the Total Environment** 286:233-242. 2002.

NOGUEIRA, F. A.; OLIVEIRA, L. N.; SILVA, R. B.; NERY, P. S.; VIRGÍNIO JR, G. F.; GERASEEV, L. C.; DUART, E. R. Anthelminthic efficacy of banana crop residues on gastrointestinal nematodes of sheep: in vitro and in vivo tests. **Parasitology Research**, v. 111, p. 317-323, 2012.

NUNES, L. A. P. L.; SILVA, D. I. B DA.; ARAÚJO, A. S. F DE.; LEITE, L. F. C.; CORREIA, M. E. F. Caracterização da fauna edáfica em sistemas de manejo para produção de forragens no Estado do Piauí. **Revista Ciência Agronômica**, 43: 30-37. 2012.

ODUM, E. P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara, 434 p. 1986.

OLLERTON, J.; PRICE, V.; ARMBRUSTER, S. W.; MEMMOTT, J.; WATTS, S.; WASER, N. M.; TOTLAND, O.; GOULSON, D.; ALARCO, R.; STOUT, J. C.; TARRANT, S. Overplaying the role of honey bees as pollinators: a comment on Aebi and Neumann. Trends in **Ecology and Evolution** 27(3):141-142. 2012.

OLIVEIRA, C. E.; OLIVEIRA, G. M.; ALMEIDA, D. S.; ZAGO, A. R.; FERREIRA, W. G. Comportamento de espécies florestais nativas em plantios homogêneos na região serrana fluminense. **Floresta e Ambiente** 5: 219-224. 1998.

OLIVEIRA, C. V.; BARRETO, P. A. B.; GOMES, A. S.; GUIMARÃES, S. O. Efeito de borda e decomposição da serapilheira foliar de um fragmento florestal, em Vitória da Conquista – BA. **Enciclopédia Biosfera** 9: 1150. 2013.

OLIVEIRA, F. C. S.; BARROS, R. F. M.; MOITA NETO, J. M. Plantas medicinais utilizadas em comunidades rurais de Oeiras, semiárido piauiense. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais** 12:282-301. 2010.

OLIVEIRA, L. M. B.; BEVILAQUA, C. M. L.; COSTA, C.T.C.; MACEDO, I.T.F.; BARROS, R.S.; RODRIGUES, A.C.M.; CAMURÇA-VASCONCELOS, A.L.F.; MORAIS, S.M.; LIMA, Y.C.; VIEIRA, L.S.; NAVARRO, A.M.C. Anthelmintic activity of *Cocos nucifera* L. against sheep gastrointestinal nematodes. **Veterinary Parasitology**, v. 159, p. 55–59, 2009.

OLIVEIRA, L. M. B.; BEVILAQUA, C. M. L.; MACEDO, I. T. F.; MACHADO, L. K.; CAMPELLO, C. C.; MESQUITA, A. M. Effects of *Myracrodruon urundeuva* extracts on egg hatching and larval exsheathment of *Haemonchus contortus*. **Parasitology Research**. v. 109, n. 3, p. 893-898, 2011a.

OLIVEIRA, L. M. B.; BEVILAQUA, C. M. L.; MACEDO, I. T. F.; MORAIS, S. M.; MONTEIRO, M. V. B. CAMPELLO, C. C.; RIBEIRO, W. L. C.; BATISTA, E. K. F. Effect of six tropical tanniferous plant extracts on larval exsheathment of *Haemonchus contortus*. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, 20, n. 2, p. 155-160, 2011b.

OLIVEIRA, Q. F.; GOBIRA, B.; GUIMARÃES, C.; BATISTA, J.; BARRETO, M.; SOUZA, M. Espécies vegetais indicadas na odontologia. **Revista Brasileira de Farmacognosia** 7:466-476. 2007.

OLIVEIRA, R. I. R.; GASTAL, M. L. A. Educação formal fora da sala de aula - Olhares sobre o ensino de ciências utilizando espaços não-formais. In: 7° Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. 2009. Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, 2009.

OMS. **Estrategia de la OMS sobre medicina tradicional 2002-2005**. Organización Mundial de la Salud, Genebra. 2002.

OSADEBE, P. O.; OKOYE, E. C. Antiinflammatory effects of crude methanolic extract and fractions of *Alchornea cordifolia* leaves. **J. Ethnopharmacol** 89(1): 19-24. 2003.

ÖZEL, A.; ÖZGÜVEN, M. Effect of Different Planting Times on Essential Oil Components of Different Mint (*Mentha spp*). **Varieties Applied Sciences** 26: 289-294. 2002.

PAES, M. P. C. **Aceitabilidade e uso de plantas medicinais na populaç**ão do bairro guarani em Uberlândia, minas gerais, no ano de 2004. 2004 (Trabalho de Conclusão de Curso - Especialização) Curso Livre de Fitomedicina. Uberlândia, 2004.

PAIVA, E. A. S.; MACHADO, S. R. The Floral Nectary of *Hymenaea stigonocarpa* (Fabaceae, Caesalpinioideae):Structural Aspects During Floral Development**. Annals of Botany** 101: 125-133. 2008.

PARRA, C. L. C.; OLIVO, C. J.; AGNOLIN, C. A.; SANGIONI, L. A.; BUZATTI, A.; PIVOTO, F. L. Soluções de alho (*Allium sativu*m L.) no controle de nematódeos gastrintestinais em bovinos jovens da raça Holandesa. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 16, n. 3, p. 545-551, 2014.

PARREIRAS, O. M. U. S. A regulamentação dos jardins botânicos brasileiros: ampliando as perspectivas de conservação da biodiversidade. **Rodriguésia** 54 (83): 33-54. 2003.

PASSOS, G. F.; FERNANDES, E. S.; CUNHA, F. M.; FERREIRA, J.; PIANOWSKI, L. F.; CAMPOS, M. M.; CALIXTO, J. B. Antiinflammatory and anti-allergic properties of the

essential oil and active compounds from *Cordia verbenacea*. **Journal of Ethnopharmacology** 110:323-333. 2007.

PATEL, R. P.; KUMAR, R. R.; SINGH, R.; SINGH, R. R.; RAO B. R. R.; SINGH, V. R.; GUPTA, P.; LAHRI, R.; LAL, R. K. Study of genetic variability pattern and their possibility of exploitation in *Ocimum germplasm*. **Industrial Crops and Products** 66:119-122. 2015.

PAULA, R. R.; PEREIRA, M. G.; MENEZES, L. F. T DE. Aporte de nutrientes e decomposição da serapilheira em três fragmentos florestais periodicamente inundados na ilha da marambaia, RJ. **Ciência Florestal** 19: 139-148. 2009.

PEARSE, A. G. E. **Histochemistry theoretical and applied**. vol. 2, 4th ed. London: Longman Press. 1980.

PEIXOTO, A. L. The Development of a University Botanic Garden in Brazil. In: HEYWOOD, W. H.; WYSE-JACKSON, P. **Tropical Botanical Gardens**: their role in conservation and development, 1ª ed, pp. 119-125. London: Academic Press, 1991.

PEIXOTO, A. L.; MORIM, M. P. Coleções botânicas: documentação da biodiversidade brasileira. **Cien. Cult** 55(3): 21-24. 2003.

PEIXOTO, G. L.; MARTINS, S. V.; SILVA, A. F.; DA SILVA, E. Composição florística do componente arbóreo de um trecho de Floresta Atlântica na Área de Proteção Ambiental da Serra da Capoeira Grande, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** 18: 151-160. 2004.

PEREIRA-MOURA, M. V. L.; BRAZ, D. M. **O Jardim Botânico da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro**. Seropédica: Edur UFRRJ. 2012.

PEREIRA, R. J; CARDOSO, M. G. Metabólitos secundários vegetais e benefícios antioxidantes. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. 3, n. 4, p. 146-152, 2012.

PESSOA, L. M.; MORAIS, S. M.; BEVILAQUA, C. M. L.; LUCIANO, J. H. S. Anthelmintic activity of essential oil of *Ocimum gratissimum* Linn. and eugenol against *Haemonchus contortus*. **Veterinary Parasitology**, v. 109, p. 59-63, 2002.

PEREIRA, T. S.; COSTA, M. L. M. N. Os Jardins Botânicos brasileiros - desafios e potencialidades. **Ciência e Cultura** 62:23-25. 2010.

PEREIRA, T. S.; COSTA, M. L. M. N.; WYSE, J. P. Plano de Ação para os Jardins Botânicos Brasileiros. **RBJB**, Rio de Janeiro. 2004.

PESCE, L. C. **Levantamento de Plantas Alimentícias Nativas e Espontâneas no RS:** Conhecimento dos agricultores das feiras ecológicas de Porto Alegre. Porto Alegre: Universidade do Rio Grande do Sul, 2011.

PIMENTEL, D. D.; MEIRA, A. M. B.; ARAÚJO, C. R. F.; PEIXOTO, M. I. O uso de noni (*Morinda citrofolia L.*) por pacientes oncológicos: um estudo bibliográfico. **Revista Saúde e Ciência Online**, v. 5, n.1 p. 37-44, 2016.

PIMENTEL, R. R. **Prospecção da diversidade do gineceu e das estruturas secretoras associadas em Myrteae (Myrtaceae):** inferências sobre a evolução de caracteres. 2013. (Tese de Doutorado) Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2013.

PIMENTEL, R. R., MACHADO, S. R.; ROCHA, J. F. Estruturas secretoras de *Pavonia alnifolia* (Malvaceae), uma espécie ameaçada de extinção. **Rodriguésia** 62(2): 253-262. 2011.

PIMENTEL, S. M.; OLIVEIRA N. G.; COSTA, J. R.; ALMEIDA, D. L.; DE-POLLI, E. Atributos químicos e microbianos do solo sob diferentes manejos no município de Seropédica, Rj. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 14, 2:307-317. 2008.

PINEDA, A. G. **Flora útil etnobotánica de Nicaragua**. 1th ed. Managua: Marena. 2001.

PINHEIRO POVH, N. **Obtenção do óleo essencial da camomila [*Chamomila recutita* (L.) Rauschert] por diferentes métodos:** Destilação por arraste a vapor, extração com solventes orgânicos e extração com CO_2 supercrítico. 2000. (Tese de Doutorado). Universidade de Campinas, Campinas, 2000.

PINTO, C. B. **Contribuição de espécies arbóreas para a ciclagem de nutrientes em sucessão vegetal na floresta ombrófila densa das terras baixas**. 2001. (Tese de Doutorado) - Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2001.

PINTO, L. P.; BEDÊ, L.; PAESE, A.; FONSECA, M.; PAGLIA, A.; LAMAS, I. Mata Atlântica Brasileira: os desafios para conservação da biodiversidade de um hotspot mundial. **Biologia da conservação:** essências, São Carlos: RiMa, 91-118. 2006.

PIRANI, J. R.; CORTOPASSI-LAURINO, M. **Flores e abelhas de São Paulo**. 2. Ed. São Paulo: Editora EDUSP, 192 p. 1994.

PIRAS, A.; GONÇALVES, M. J.; ALVES, J.; FALCONIERI, D.; PORCEDDA, S.; MAXIA, A.; SALGUEIRO, L. *Ocimum tenuiflorum* L. and *Ocimum basilicum* L., two species of Lamiaceae family with bioactive essential oils. **Industrial Crops and Products** 113 89-97. 2018.

PIVELLI, S. R. P.; KAWASAKI, C. S. Análise do potencial pedagógico de espaços não-formais de ensino para o desenvolvimento da temática da biodiversidade e sua conservação. In: 5º Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. 2005. Bauru. **Anais...** Bauru, 2005.

PIVETTA, K. E. L.; SILVEIRA-FILHO, D. F. **Arborização Urbana**. Boletim acadêmico. Série Urbanização Urbana UNESP/FCAV/FUNEP, Jaboticabal. 2002. www.revistas.ufg.br. Acesso em: 30 ago. 2014.

PLEASANTS, J. M.; WENDEL, J. F. Reproductive and Pollination of the endemic Hawaiian Cotton, *Gossypium tomentosum*. **Pacific Science** 64(1):45-55. 2010.

PÔRTO, K. C.; GERMANO, S. R. Biodiversidade e importância das briófitas na conservação dos ecossistemas naturais de Pernambuco. In: TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. (eds), **Diagnóstico da biodiversidade de Pernambuco**, pp. 125-152. Recife: Editora Massangana. 2002.

PRIEST, D. Tea tree oil in cosmeceuticals: from head to toe. **Med. Arom. Plants Indust Profiles** 9: 203-206. 1999.

PRIOLO DE LUFRANO, N. S.; CAFFINI, N. O. Mucílagos foliares de *Chorisia* H.B.K. (Bombacaceae): análisis fitoquímico e enfoque quimiotaxonômico. **Phyton** (Argentina) 40:13-20. 1981.

PROCTOR, M. C. F. The bryophyte paradox: tolerance of desiccation, evasion of drought. **Plant Ecology** 151:41-49. 2000.

PROCTOR, M. C.; OLIVER, M. J.; WOOD, A. J.; ALPERT, P.; STARK, L. R.; CLEAVITT, N. L.; MISHLER, B. D. Desiccation-tolerance in bryophytes: a review. **The Bryologist** 110:595-621. 2007.

PURVIS, M. J.; COLLIER, D. C.; WALLS, D. **Laboratory techniques in botany**. London: Butterwoths. 1964.

QUEIROZ, R. M.; TEIXEIRA, H. B.; VELOSO, A. S.; TERÁN, A. F.; QUEIROZ, A. G. A caracterização dos espaços não formais de educação científica para o ensino de ciências. **Revista Areté** 4:12-23. 2011.

QUEIROZ, R. M.; TEIXEIRA, H. B.; VELOSO, A. S.; TERÁN, A. F.; QUEIROZ, A. G. A. Caracterização dos espaços não formais de educação científica para o ensino de ciências. **Revista Amazônica de Ensino de Ciências** 4(7): 12-23. 2011.

RADFORD, A. E.; DICKSON, W. C.; MASSEY, J. R.; BELL, C. R. **Vascular plant systematics**. New York: Harper and Row, 1974.

RAPHAEL, K. R.; KUTTAN, R. Inhibition of experimental gastric lesion and inflammation by *Phyllanthus amarus* extract. **Journal Ethnopharmacol** 87(2-3): 193-197. 2003.

RAMOS, D. P.; CASTRO, A.; CAMARGO, M.N. Levantamento detalhado de solos da área da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 8, p. 1-7. 1973.

RAMOS, F. Z.; SILVA, L. H. A. **Contextualizando o Processo Ensino-Aprendizagem de Botânica**. 1ª ed. Curitiba: Prismas, 2013.

RAUT, J. S.; KARUPPAYIL, S. M. A status review on the medicinal properties of essential oils. **Industrial Crops and Products** 62:250-264. 2014.

RECH, A. R.; AGOSTINI, K.; OLIVEIRA, P. E.; MACHADO, I. C. (Orgs) **Biologia da Polinização**. 1 edição. 524p. 2014.

REDE BRASILEIRA DE JARDINS BOTÂNICOS Normas internacionais de conservação para jardins botânicos (Botanic Gardens Conservation International) In: Reunião dos Jardins Botânicos Brasileiros. 18., 2004. Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: EMC, 2004.

REED, J. D. Nutritional toxicology of tannins and related polyphenols in forage legumes. **Journal of Animal Science**, v. 73, p. 1516-1528, 1995.

RENOBALES, G.; DE DIEGO, E.; URCELAY, B.; LÓPEZ-QUINTANA, A. Secretory hairs in Gentiana and allied genera (Gentianaceae, subtribe 23 Gentianinae) from the Iberian Peninsula. **Botanical Journal of the Linnean Society** 136: 119-129. 2001.

RENZAGLIA, K. S.; VILLAREAL, J. C.; DUFF, R. J. New insights into morphology, anatomy, and systematic of hornworts. In: GOFFINET, B.; SHAW, A. J. (eds), **Bryophyte Biology**, pp. 138-171. New York: Cambridge University Press. 2009.

REZENDE, C. P.; CANTARUTTI, R. B.; BRAGA, J. M.; GOMIDE, J. A.; PEREIRA, J. M.; FERREIRA, E.; TARRÉ, R.; MACEDO, R.; ALVES, B. J. R.; URQUIAGA, S.; CADISCH, G.; GILLER, K. E.; BODDEY, R. M. Litter deposition and disappearance in Brachiaria pastures in Atlantic forest region of South Bahia, Brazil. **Nutrient cycling in Agroecosystems** 54: 99-112. 1999.

RIBEIRO JÚNIOR, J. I. **Análises estatísticas no SAEG**. Viçosa: UFV. 301p. 2001.

RIBEIRO, M. R.; OLIVEIRA, L. B.; ARAÚJO FILHO, J. C. Caracterização Morfológica do Solo. In: KER, J. C.; CURI, N.; SCHAEFER, C. E. G. R.; VIDAL-TORRADO, P. **Pedologia:** Fundamentos. Viçosa-MG, SBCS, 343p. 2012.

ROCHA, J. F.; NEVES, L. J.; PACE, L. B. Estruturas secretoras em folhas de *Hibiscus tiliaceus* L. e *Hibiscus pernambucensis* Arruda. **Revista Universidade Rural, Série Ciências de Vida** 22: 43-55. 2002.

ROCHA, J. F.; PIMENTEL, R. R.; TEIXEIRA DA ROSA, M. M.; MACHADO, S. R. Anatomia e histoquímica dos nectários florais de *Dombeya wallichii* (lindl.) K. schum. E *Dombeya natalensis* Sond. (*Malvaceae*). **Rev. Biol. Neotrop.** 7(1): 27-36. 2010.

ROCHA, S. C. B.; TERÁN, A. F. Contribuições dos espaços não-formais para o ensino de Ciências, In: I SECAM - Simpósio Internacional de Educação em Ciências na Amazônia. 2011. **Anais...** Manaus, 2011.

ROCHA, Y. T.; CAVALHEIRO, F. Aspectos históricos do Jardim Botânico de São Paulo. **Revista Brasileira de Botânica** 24:577-586. 2005. 2001.

RODRIGUES, M.; RABÊLO, F. H. S.; CASTRO, H. A.; ROBOREDO, D.; CARVALHO, M.A.C.; ROQUE, C. G. Changes in chemical properties by use and management of an Oxisol in the Amazon Biome. **Revista Caatinga**, 30(2): 278-286. 2017.

RODRIGUEZ, E.; HEALEY, P. L.; MEHTA, I. Biology and chemistry of plant trichomes. New York: Plenum. 1984.

RONQUIM, C. C. **Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais / Carlos Cesar Ronquim**. - Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite. 30:11. 2010.

ROSENTHAL, G. A.; JANZEN, D. H. **Herbivores**: their interaction with secondary plant metabolites. New York: Academic Press. 1979.

ROSHCHINA, V. V.; ROSHCHINA, V. D. **The excretory function of higher plants**. Berlin: Springer-Verlag, 1993.

ROSSI, C. Q.; PEREIRA, M. G.; GIÁCOMO, S. G.; BETTA, M.; POLIDORO, J. C. Frações orgânicas e índice de manejo de carbono do solo em Latossolo Vermelho sob plantio de soja no cerrado goiano. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 7, n. 2, 9:233-241. 2012.

ROVEDDER, A.P.; ANTONIOLLI, Z.I.; SPANOLLO, E.; VENTURINI, S.F. Fauna edáfica em solo suscetível à arenização na região sudoeste do Rio Grande do Sul. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, SC, v. 2, p. 87-96. 2004.

RUAN, C. J.; SILVA, J. A. T.; QIN, P. Style curvature and its adaptive significance in the *Malvaceae*. **Plant Systematic Evolution** 288:13-23. 2010.

RUBINA, A.; ALAM, J.; QAISER, M. Pollination Mechanism and role of insects in *Abutilon indicum* (L.) **Sweet. Pak. J. Bot.** 42(3):1395-1399. 2010.

RUDDER, E. A.; MAURY, C. **A cura pelas plantas medicinais:** saúde e beleza. São Paulo: Rideel, 1997.

RUMZHUM, N. N.; SOHRAB, M. H.; AL-MANSUR, M. A.; RAHMAN, M. S.; HASAN, C. M.; RASHID, M. A. Secondary metabolites from *Jatropha podagrica* Hook. **Journal of Physical Science** 23:29-37. 2012.

SALATINO, A.; BUCKERIDGE, M. Mas de que serve saber botânica? **Estudos Avançados** 30:177-196. 2016.

SALEEM, M.; AFZA, N.; ANWAR, M. A.; HAI, S. M. A.; ALI, M. S. A Comparative Study of Essential Oils of *Cymbopogon Citratus* and Some Members of the Genus *Citrus.* **Natural Product Research** 17:369-373. 2003.

SALGADO, Y. C. S. **Avaliação das atividades antioxidante, antimicrobiana e citotóxica de *Psychotria nuda* (Cham. & Schltdl.) Wawra**. 2013. (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa - PR. Dissertação. 2013.

SALIMPOUR, F.; MAZOOJI, A.; DARZIKOLAEI, S. A. Chemotaxonomy of six Salvia species using essential oil composition markers. **Journal of Medicinal Plants Research** 5:1795-1805. 2011.

SAMPAIO, I. B. M. **Estatística aplicada à experimentação animal**. Belo Horizonte: FEPMVZ-Editora, 2002.

SANTOS, A. C. A. dos; ROSSATO, M.; AGOSTINI, F.; SERAFINI, L. A.; SANTOS, P.; MOLON, R.; DELLACASSA, E.; MOYNA, P. Chemical Composition of the Essential Oils from Leaves and Fruits of *Schinus molle* L and *Schinus terebinthifolius* Raddi from Southern Brazil. **Journal of Essential Oil Bearing Plants** 12:16-25. 2009.

SANTOS, A. C.; PEREIRA, M. G.; ANJOS, L. H. C.; BERNINI, T. A.; COOPER, M.; NUMMER, A. R.; FRANCELINO, M. R. Gênese e Classificação dos Solos numa Topossequência no Ambiente de Mar de Morros do Médio Vale Paraíba do Sul, RJ. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 34:1297-1314. 2010.

SANTOS, B. C.; RANGEL, L. A.; CASTRO JUNIOR, E. Estoque de Matéria Orgânica na Superfície do Solo em Fragmentos Florestais de Mata Atlântica na APA de Petrópolis, RJ. **Floresta e Ambiente**, 18(3): 266-274. 2011.

SANTOS, C. A. B. **Consórcios de espécies de cobertura de solo para adubação verde, antecedendo ao cultivo milho e repolho sob manejo orgânico**. 2009. (Dissertação de mestrado) Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica, 2009.

SANTOS, D. Y. A. C.; CECCANTINI, G. **Propostas para o ensino de Botânica:** manual do curso para atualização de professores dos ensinos fundamental e médio. São Paulo, SP: USP, 2004.

SANTOS, F. C. C.; VOGEL, F. S. F.; MONTEIRO, S. G. Efeito de diferentes concentrações de óleo e tintura de citronela sobre os parâmetros reprodutivos de teleóginas de *Rhipicephalus* (*Boophilus*) *microplus*. **Semina:** Ciências Agrárias 33:1141-1148. 2012.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2013.

SANTOS J. J. F.; FILHO, C. S. Ensino de Botânica: atividade teórico prática em uma escola pública de Belém, Pará. In: LXIV Congresso Nacional de Botânica. 2013. Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte. 2013.

SANTOS, M. C.; FLORES, M. D.; ZANIN, E. M. Educação Ambiental por meio de trilhas ecológicas interpretativas com alunos NEEs. **Monografias Ambientais**. 5(5): 982-991. 2011.

SANTOS, N. D.; COSTA, D. P. Phytogeography of the liverwort flora of the Atlantic Forest of southeastern Brazil. **Journal of Bryology** 32:9-22. 2010.

SANTOS, N. D.; COSTA, D. P.; KINOSHITA, L. S.; SHEPHERD, G. J. Bryophytic and phytogeographical aspects of two types of forest of the Serra do Mar State Park, Ubatuba/SP, Brazil. 2011. **Biota Neotropica** 11(2): Disponível em: http://www.biotaneotropica.org.br/v11n2/en/abstract?shortcommunication+bn03011022011>.

SANTOS, R. D.; LEMOS, R. C.; SANTOS, H. G.; KER, J. C.; ANJOS, L. H. C.; SHIMIZU, S. H. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 7 ed. Viçosa - MG: SBCS, 100 p. 2015.

SANTOS, R. L.; GUIMARAES, G. P.; NOBRE, M. S. C.; PORTELA, A. S. Análise sobre a fitoterapia como prática integrativa no Sistema Único de Saúde. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais** 13:486-491. 2011.

SANTOS, S. L.; TERÁN, A. F. Caráter educativo em ambientes não-formais, In: 10º Encontro de Pesquisa Educacional Norte-Nordeste. 2011. Manaus. **Anais...** Manaus: Universidade do Estado do Amazonas, 2011.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio Pesquisa em educação em ciências**, 2(2). 2000.

SARGENT, R. D.; OTTO, S. (2004) A phylogenetic analysis of pollination mode and the

evolution of dichogamy in angiosperms. **Evolutionary Ecology Research** 6:1183-1199. 2004.

SARTIN, R. D.; PEIXOTO, J. C.; LOPES, D. B.; PAULA, J. R. Flora do Bioma Cerrado: Abordagem de estudos da família Acanthaceae Juss – Espécies Ornamentais no Brasil. **Fronteiras** 3(2):164-179. 2014.

SARTOR, C. F. P.; AMARAL, V.; GUIMARÃES, H. E. T.; BARROS, K. N.; FELIPE, D. F.; CORTEZ, L. E. R.; VELTRINI, V. C. Estudo da ação cicatrizante das folhas de *Pereskia aculeata*. **Revista Saúde e Pesquisa** 3:149-154. 2010.

SARTORATTO, A.; MACHADO, A. L. M.; DELARMELINA, C.; FIGUEIRA, G. M.; DUARTE, M. C. T.; REHDERET, V. L. G. Composition and antimicrobial activity of essential oils from aromatic plants used in Brazil. **Brazilian Journal of Microbiology** 35:275-280. 2004.

SASS, J. E. **Botanical microtechnique**. Iwoa: The Iwoa State College Press. 1953.

SCHEER, M. B. Decomposição e liberação de nutrientes da serapilheira foliar em um trecho de floresta ombrófila densa aluvial em regeneração, Guaraqueçaba. **Revista Floresta** 38: 253-266. 2008.

SCHEFFER, M. C.; MING, L. C.; ARAÚJO, A. J. **Conservação de recursos genéticos de plantas medicinais**. Brasília: Embrapa Semi-Árido, 1999.

SCHNEIDER, P. R.; FINGER, C. A. G.; SOBRINHO, V. G.; SCHNEIDER, P.S.P. Determinação indireta do estoque de biomassa e carbono em povoamentos de acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.). **Ciência Florestal** 15: 391-402. 2005.

SCHWARZ, E. A.; FURLAN, A. Coléteres foliares de Oxypetalum R. Br. (Asclepiadoideae, Apocynaceae) - Aspectos ultraestruturais e anatômicos úteis à taxonomia das espécies do Paraná (Brasil). **Acta Biol. Par. Curitiba**, 31 (1, 2, 3,4): 79-97. 2002.

SCOLFORO, J. R.; OLIVEIRA A. D.; ACERBI JUNIOR, F. W. **Inventário florestal de Minas Gerais:** equações de volume, peso de matéria seca e carbono para diferentes fisionomias da flora nativa. Lavras: UFLA, 2008.

SCORIZA, R. N.; PEREIRA, M. G.; PEREIRA, G. H. A.; MACHADO, D. L.; SILVA, E. M. R. da. Método para coleta e análise de serapilheira aplicados à ciclagem de nutrientes. **Floresta e Ambiente** 2: 01-18. 2012.

SCOTLAND, R. W.; VOLLENSEN, K. Classification of Acanthaceae. **Kew Bulletin** 55:513-589. 2000.

SELLE, G. L. Ciclagem de nutrientes em ecossistemas florestais. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 23, n. 4, p. 29-39. 2007 2007.

SENICIATO, T.; CAVASSAN, O. **Aulas de campo em ambientes naturais e aprendizagem em Ciências - um estudo com alunos do ensino fundamental.** Ciência & Educação 10:133-147.

SHAHBAZI, Y. Chemical Composition and In Vitro Antibacterial Activity of *Mentha spicata* Essential Oil against Common Food-Borne Pathogenic Bacteria. **Journal of Pathogens** 2015:1-5. 2015.

SHALDERS, E.; ZANINI, S. F.; SOUSA, R.; CLIPES, G. B. R. C.; AVELAR, B. R.; SUHET, J. M. M. Percentual de suplementação de fonte taninífera na ração concentrada de caprinos jovens sobre o desempenho e carga parasitária. **Ciência Rural**, v. 44, n. 6, p. 1100-1105, 2014.

SHAW, A. J.; GOFFINET, B. **Bryophyte Biology**. New York: Cambridge University Press. 2000.

SHEPHERD, G. J. **FITOPAC Versão 2.1.** Pernambuco: Departamento de Botânica/UFPE. 2010.

SHIVA, V. **Monoculturas da Mente**: perspectivas da biodiversidade e da biotecnologia. São Paulo: Gaia, 2003.

SIGRIST, M. R.; SAZIMA, M. *Ruellia brevifolia* (Pohl) Ezcurra (Acanthaceae): fenologia de floração, biologia da polinização e reprodução. **Revista Brasileira de Botânica**, 25: 35:42. 2002.

SILVA, A. A. R.; MARTINS, M. B. Insetos polinizadores de *Theobroma speciosum* (Sterculiaceae) e conservação da biodiversidade. In: Seminário Estação científica Ferreira Penna - Dez anos de pesquisa na Amazônia: Contribuições e Novos Desafios, Ideias e Debates 6. **Anais...** Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi. 2003.

SILVA, A. C. F.; NOBREGA, C. C.; ARAUJO, L. H. B.; PINTO, M. G. C.; SANTANA, J. A. S. **Enciclopédia biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v. 10, 18:2131. 2014.

SILVA, B. F.; PEREIRA-MOURA, M. V. L. **Frutos do Jardim Botânico da UFRRJ**. Seropédica, RJ: Editora da UFRRJ, 102p. il. 2013.

SILVA, C. A.; FERREIRA, D. S. KOCH, A. K.; ARAÚJO-SILVA, L. E. Variação na arquitetura floral e sucesso reprodutivo de duas espécies de *Helicteres* (Malvaceae), na região sudoeste do Mato Grosso. **Acta Botânica Brasiliensis** 24(2):462-468. 2010.

SILVA, C. F. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2ª edição revisada e ampliada, Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009, 627 p. 2009.

SILVA, C. F.; PEREIRA, G. H. A.; PEREIRA, M. G.; SILVA, N. A.; MENEZES, L. F. T. Fauna edáfica em área periodicamente inundável na restinga da Marambaia, RJ, **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 37: 587-595. 2013.

SILVA, D. M.; LORENCINI JUNIOR, Á. A Relação entre Trilhas Interpretativas, Interpretação Ambiental e Educação Ambiental: importância das espécies arbóreas para essas atividades. In: II Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia, 2010. Ponta Grossa. **Anais...** Ponta Grossa, 2010.

SILVA, G. C.; NASCIMENTO, M. T. Fitossociologia de um remanescente de mata sobre tabuleiros no norte do estado do Rio de Janeiro (Mata do Carvão). **Revista Brasileira de Botânica** 24:51-62. 2001.

SILVA, I. R. & MENDONÇA, E. S. Matéria orgânica do solo. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. Eds. **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. p. 275-374. 2007.

SILVA, M. B.; KLIEMANN, H. J.; SILVEIRA, P. M.; LANNA, A. C. Atributos biológicos do solo sob influência da cobertura vegetal e do sistema de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, 12:1755-1761. 2007.

SILVA, M. P. P.; PÔRTO, K. C. Bryophyte communities along horizontal and vertical gradients in a human-modified Atlantic forest remnant. **Botany** 91:155-166. 2013.

SILVA, P. G. P. **O ensino de Botânica no nível fundamental:** um enfoque nos procedimentos metodológicos. 2008 (Tese Doutorado). Universidade Estadual Paulista. Bauru, 2008.

SILVA, R. B. L. **A etnobotânica de plantas medicinais da comunidade quilombola de Curiaú, Macapá-AP, Brasil**. 2002. (Dissertação de Mestrado) Universidade Federal Rural da Amazônia. Belém, 2002.

SILVA, T. S.; FREIRE, E. M. X. Abordagem etnobotânica sobre plantas medicinais citadas por populações do entorno de uma unidade de conservação da caatinga do Rio Grande do Norte, Brasil. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 12, n. 4, p. 427-435. 2010.

SILVA, W. M. O.; SOUZA, G. F. X. T.; VIEIRA, P. B.; SANAVRIA, A. Uso popular de plantas medicinais na promoção da saúde animal em assentamentos rurais de Seropédica-RJ. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, v. 20, p. 39, 2013.

SILVÉRIO, M. D. O.; CASTRO, C. F. S.; MIRANDA, A. R. Avaliação da atividade antioxidante e inibitória da tirosinase das folhas de *Dipteryx alata* Vogel (Baru). **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, 1(15), 59-65. 2013.

SINGH, A. K.; RAINA, V. K.; NAQVI, A. A.; PATRA, N. K.; KUMAR, B.; RAM, P.; KHANUJA, S. P. S. Essential oil composition and chemoarrays of menthol mint (*Mentha arvensis* L f piperascens Malinvaud ex Holmes) cultivars. **Flavour and Fragrance Journal** 20:302-305. 2005.

SINGH, M. K. Some aspects of accumulated carbon in few bryophyte-dominated ecosystems: a brief mechanistic overview. **Cereal Research Communications** 34:37-40. 2006.

SIRAMA, V.; KOKWARO, J.; OWUOR, B.; YUSUF, A.; KODHIAMBO, M. *In-vitro* anthelmintic activity of *Vernonia amygdalina* Del. (asteraceae) roots using adult *Haemonchus contortus* worms. **International Journal of Pharmacological Research**. v. 5, n. 1, p. 1-7, 2015.

SNOUSSI, M.; NOUMI, E.; TRABELSI, N.; FLAMINI, G.; PAPETTI, A.; FEO, V. *Mentha spicata* Essential Oil: Chemical Composition, Antioxidant and Antibacterial Activities against Planktonic and Biofilm Cultures of *Vibrio spp*. Strains. **Molecules** 20:14402–14424. 2015.

SOARES, M. A. **Extratos vegetais e tiossemicarbazonas como inibidores da enzima tirosinase.** 2104. (Trabalho de conclusão de curso em Graduação em Química) Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica - RJ. 2014.

SOBEH, M.; BRAUN, M. S.; KRSTIN, S.; YOUSSEF, F. S.; ASHOUR, M. L.; WINK. M. Chemical Profiling of the Essential Oils of *Syzygium aqueum*, *Syzygium samarangense* and *Eugenia uniflora* and Their Discrimination Using Chemometric Analysis. **Chemistry & Biodiversity** 13:1537-1550. 2016.

SOBRAL, F. E. S. **Eficácia anti-helmíntica da *Operculina hamiltonii* (G. Don) D. F. Austin & Staples (1983) e *Cucurbita pepo* L. sobre helmintos gastrintestinais de galinhas caipiras, *Gallus domesticus* e Patos**. 2010. (Dissertação de Mestrado) Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande. 2010.

SOBRAL, M.; PROENÇA, C.; SOUZA, M.; MAZINE, F.; LUCAS, E. **Myrtaceae** - Lista de Espécies da Flora do Brasil, Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2011. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2011/FB000171>. Acesso em 21 nov. 2011.

SODERHOLM, P. K. Evaluation of *Dombeya* introductions for new ornamentals for Florida. **Florida State Horticultural Society** 477-480. 1967.

SONG, L. MA, W. Z.; YAO, Y. L.; LIU, W. Y.; LI, S.; CHEN, K.; LU, H. Z.; CAO, M.; SUN, Z. H.; TAN, Z. H.; NAKAMURA, A. Bole bryophyte diversity and distribution patterns along three altitudinal gradients in Yunnan, China. **Journal of Vegetation Science** 26(3):576-588. 2015.

SOUZA, A. L.; SOARES, C. P. B. **Florestas Nativas:** Estrutura, dinâmica e Manejo. Viçosa: UFV. 2013.

SOUZA, M. A. A.; SANTOS, L. A.; BRITO, D. M. C.; ROCHA, J. F.; CASTRO, R. N.; FERNANDES, M. S.; SOUZA, S. R. Influence of light intensity on glandular trichome density, gene expression and essential oil of menthol mint (*Mentha arvensis* L). **Journal of Essential Oil Research** 1-8. 2015.

SOUZA, M. C.; MORIM, M. P. Subtribos Eugeniinae O. Berg e Myrtinae O. Berg (Myrtaceae) na Restinga da Marambaia, RJ, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** 22(3): 652-683. 2008.

SOUZA, M. C.; MORIM, M. P.; CONDE, M. M. S.; MENEZES, L. F. T. Subtribo Myrciinae O. Berg (Myrtaceae) na Restinga da Marambaia, RJ, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**. 21(1): 49-63. 2007.

SOUZA, R. K. D.; MENDONÇA, A. C. A. M.; SILVA, M. A. P. Aspectos etnobotânicos, fitoquímicos e farmacológicos de espécies de Rubiaceae no Brasil. **Revista Cubana de Plantas Medicinales**, 18(1), 140-156. 2013.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. **Botânica Sistemática**: guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II. Nova Odessa: Ed. Instituto Plantarum, 639 p. 2005.

SQUIRES, J. M.; FOSTER, J. G.; LINDSAYA, D. S.; CAUDELL, D. L.; ZAJAC, A. M.

Efficacy of an orange oil emulsion as an anthelmintic against *Haemonchus contortus* in gerbils (*Meriones unguiculatus*) and in sheep. **Veterinary Parasitology**, v. 172, p. 95–99, 2010.

SRIVASTAVA, R. K.; SINGH, A. K.; KALRA, A.; TOMAR, V. K. S.; BANSAL, R. P.; PATRA, D. D.; CHAND, S.; NAQVI, A. A.; SHARMA, S.; KUMAR, S. Characteristics of menthol mint *Mentha arvensis* cultivated on industrial scale in the Indo-Gangetic plains. **Industrial Crops and Products** 15:189-198. 2002.

STEARN, W. T. **Botanical Latin**, 4a ed. Timber Press, Oregon, United States of America. 1998.

STEVENS, P. F. **Angiosperm Phylogeny Website.** versão 9 de Junho de 2008. Disponível (a partir de 2011) em: http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/. Acesso em 5 de Jun. 2012.

STOTZER, E. S.; LOPES, L. B.; ECKSTEIN, C.; MORAES, M. C. M. M.; RODRIGUES, D.S.; BASTIANETTO, E. Impacto econômico das doenças parasitárias na pecuária. Uma revisão. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, v. 8, n. 3, p. 198-221, 2014.

SWAIN, T. Tannins and lignins. In: ROSENTHAL, G. A.; JANSEN, D. H. (Eds.) **Herbivores:** their interactions with secondary plant metabolites. New York: Academic Press, 1979. p. 657-682.

SWIFT, M. J.; HEAL, O. W.; ANDERSON, J. M. **Decomposition in terrestrial ecosystems**. Berkeley: University of California, pp. 372. 1979.

SWIFT, R. S. **Organic matter characterization**. Ed. Methods of soil analysis. Madison: Soil Science Society of America / American Society of Agronomy. p. 1011-1020. 1996.

SWITZER, G. L; NELSON, L. E. Nutrient accumulation and cycling in Loblolly Pine (*Pinus taeda*) plantation ecosystems: The first 20 years. **Soil Science Society of America Proceedings**, Madison., v. 36, p. 143- 147. 1972.

SYKES, A. R. Parasitism and production in farm animals. **Animal Production**, v. 59, p. 155–172, 1994.

TABOGA, S. R.; VILAMAIOR, P. S. L.; Citoquímica. In: CARVALHO, H. F.; RECCO-PIMENTEL, S. M. (Eds.). **A célula**. Barueri: Manoli Ltda. 2001.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology** 4th ed. Sunderland: Sinauer Associates. 2006.

TAKO, M.; SHIMABUKURO, J.; JIANG, W.; YAMADA, M.; ISHIDA, H.; KISO, M. Rare 6-deoxy-D-altrose from the folk medicinal mushroom *Lactarius akahatsu.* **Biochemical Compounds***,* 1, 1-6. 2013.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, J. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. 2ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 1995.

TELCI, I.; SAHBAZ, N.; YILMAZ, G.; TUGAY, M. E. Agronomical and Chemical Characterization of Spearmint (*Mentha Spicata* L) Originating in Turkey. **Economic Botany** 58:721-728. 2004.

TELES, V. J. G.; ROSA, M. M. T. As plantas na sala de aula: um diagnóstico sobre o uso de aulas práticas para o ensino de botânica no segmento fundamental. In: LIMA, H. R. P.; ROSA, M. M. T.; MOURA, M. V. L. P. (eds). **Ensino de Botânica:** vivências e propostas, pp. 61-78. Seropédica: EDUR, 2013.

THOMAS, R. J.; ASAKAWA, N. M. Decomposition of leaf litter from tropical forage grasses and legumes. **Soil Biology & Biochemistry** 25: 1351-136. 1993.

THOMAS, V. Structural, Functional and phylogenetic Aspects of the Colleter. **Annals of botany** 68: 287-305. 1991.

TOKARNIA, C. H.; BRITO, M. F.; BARBOSA, J. D.; PEIXOTO, P. V.; DOBEREINER, J. **Plantas Tóxicas do Brasil para Animais de Produção**. 2ª ed., Rio de Janeiro: Editora Helianthus, p. 323-333. 2012.

TOLEDO, L. O. **Aporte de serapilheira, fauna edáfica e taxa de decomposição em áreas de floresta secundária no município de Pinheiral, Seropédica, RJ.** 2003. (Dissertação de mestrado) Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica, 2003.

TÔRRES, A. R.; OLIVEIRA, R. A. G.; DINIZ, M. F. F. M.; ARAÚJO, E. C. Estudo sobre o uso de plantas medicinais em crianças hospitalizadas da cidade de João Pessoa: riscos e benefícios. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 15, n. 4, p. 373-380, 2005.

TORRES, J. L. R.; PEREIRA, M. G. Dinâmica do potássio nos resíduos vegetais de plantas de cobertura no Cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** 32: 1609-1618. 2008.

TRINDADE, H. I.; ALMEIDA, K. S.; FREITAS, F. L. C. Tristeza parasitária bovina - revisão de literatura. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária** 9:1-21. 2011.

TRIPP, E. A.; MANOS, P. S. Is Floral Specialization an Evolutionary Dead-End? Pollination System Transitions in *Ruellia* (Acanthaceae). **Evolution** 62-7: 1712:1737. 2008.

TRIVELATO, S. F.; SILVA, R. L. F. **Ensino de Ciências**. São Paulo: Editora Cengage Learning. 2011.

TURETSKY, M. R. The role of bryophytes in carbon and nitrogen cycling. **The Bryologist** 106:395-409. 2003.

TURRA, A. F.; MARÇAL, F. J. B.; BARETTA, I. P.; TAKEMURA, O. S.; LAVERDE JR. A. Avaliação das propriedades antioxidantes e susceptibilidade antimicrobiana de *Pereskia grandifolia* Haworth (cactaceae). **Arquivos de Ciência da Saúde da Unipar** 11:9-14. 2007.

UENOJO, M.; MARÓSTICA, J. M. R.; PASTORE, G. M. Carotenóides: propriedades, aplicações e biotransformação para formação de compostos de aroma.**Química Nova**. 2007.

VADIVEL, E.; TENDULKAR, R. D.; HARMALKAR, V.V. Comparative anti-oxidant and anthelmintic activity of *Dalbergia sissoo* Roxb ex DC and *Dalbergia latifolia* Roxb ex DC. **International Journal of Current Pharmaceutical Research**, v. 7, n. 4, p. 70-72, 2015.

VALESCO, J. A.; CAMARGO, J. C. ANDRADE, H. J.; E IBRAHIM, M. Melhoramento da fertilidade do solo em pastagens de *Brachiaria decumbens* associada com leguminosas

arbóreas. **Revista Pasturas Tropicales**, vol. 25: 23-26, abril 2003, ISSN 1012-7410. 2003.

AN DEN DOOL, H.; KRATZ, P. D. A generalization of the retention index system including linear temperature programmed gas-liquid partition chromatography Journal of **Chromatography** A 11:463-471. 1963.

VAN ZANTEN, B. O.; PÓCS, T. Distribution and dispersal of bryophytes. **Advances in Bryology** 1:479-562. 1981.

VANDERPOOTEN, A.; BAKER, N. P. A contribution to the moss flora of southern South Africa. **Journal of Bryology** 26(3):230-232. 2004.

VANDERPOORTEN, A.; GOFFINET, B. **Introduction to Bryology.** New York: Cambridge University Press. 2009.

VAZ JUNIOR, I. S.; MASUDA, A. S. A. PESQUISA PARA UMA VACINA CONTRA O CARRAPATO. IN: SILVA-NETO, M. A. C.; WINTER, C.; TERMIGNONI, C. (eds) **Tópicos Avançados em Entomologia Molecular**, pp. 1-27. Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Entomologia Molecular, Rio de Janeiro. 2012.

VERMA, R. S.; PADALIA, R. C.; CHAUHAN, A.; THUL, S. T. Exploring compositional diversity in the essential oils of 34 *Ocimum* taxa from Indian flora. **Industrial Crops and Products** 45:7-19. 2013.

VIDAL, M. M.; PIVELLO, V. R.; MEIRELLES, S. T.; METZGER, J. P. Produção de serapilheira em floresta Atlântica secundária numa paisagem fragmentada (Ibiúna, SP): importância da borda e tamanho dos fragmentos. **Revista Brasileira de Botânica** 30: 521-532. 2007.

VIDEIRA, I. F. S.; MOURA, D. F. L. Magina S. Mechanisms regulating melanogenesis. **Anais Brasileiros de Dermatologia**, 88(1), 76-83. 2013.

VIEIRA, L. S.; CAVALCANTE, A. C. R. Resistência anti-helmíntica em rebanhos caprinos no Estado do Ceará. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 19, n. 3/4, p. 99-103, 1999.

VIEIRA, L. S.; CAVALCANTE, A. C.R.; PEREIRA, M. F.; DANTAS, L. B.; XIMENES, L. J. F. Evaluation of anthelmintic efficacy of plants available in Ceara State, North-east Brazil, for the control of goat gastrointestinal nematodes. **Revue de Médecine Vétérinaire**, v. 150, p. 447-452, 1999.

VIEIRA, R. F.; GRAYER, R. J.; PATON, A.; SIMON, J. E. Genetic diversity *of Ocimum gratissimum* L based on volatile oil constituents, flavonoids and RAPD markers. **Biochemical Systematics and Ecology** 29:287304. 2001.

VILELA, V. L.; FEITOSA, T. F.; LÔBO, K. M. S.; BEZERRA, D. A. C.; ATHAYDE, A. C. R. Potencial anti-helmíntico da raiz de *Solanum paniculatum* Linnaeus (1762) em ovelhas do semi-árido paraibano. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.3, n.1, p. 20-24, 2009.

VILHENA, A. M. G.; AUGUSTO, S. C. Polinizadores da aceroleira *Malpighia emarginata* DC (Malpighiaceae) em área de cerrado no Triângulo Mineiro. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 23, Supplement 1, p. 14-23. 2007.

VISNADI, S. R.; MONTEIRO, R. Briófitas da cidade de Rio Claro, Estado de São Paulo, Brasil. **Revista Hoehnea** 17(1):71-84. 1990.

VISNADI, S. R.; VITAL, D. M. Bryophytes from greenhouses of the Institute of Botany, São Paulo, Brazil. **Lindbergia** 22:44-46. 1997.

VITA, G. F.; FERREIRA, I.; PEREIRA, M. A. V. C.; SANAVRIA, A.; AURNHEIMER, R. C.; BARBOSA, C. G.; GALLO, S. S. M. ; VASCONCELLOS, H. V. G. Eficácia de *Chenopodium ambrosioides* (erva-de-santa-maria) no controle de endoparasitos de *Coturnix japônica* (codorna japonesa). **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 35, p. 424-430, 2015.

VITA, G. F.; PEREIRA, G. C.; SANAVRIA, A.; GUIMARÃES, C. B. Eficácia de *Chenopodium ambrosioides* (erva-de-santa-maria) no controle de endoparasitos de *Gallus gallus* (galinha caipira). **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 34, p. 39-45, 2014.

VITAL, A. R. T.; GUERRINI, I. A.; FRANKEN, W. K.; FONSECA, R. C. B. Produção de serapilheira e ciclagem de nutrientes de uma floresta estacional semidecidual em zona ripária. **Revista Árvore**, 28:793-800. 2004.

VITAL, D. M.; BONONI, V. L. R. Briófitas sobre tumbas em cemitérios da Região Metropolitana de São Paulo, SP. **Revista Hoehnea** 32(2):143-145. 2006.

VOGEL, S. Radiación adaptativa del síndrome floral en las familias Neotropicales. Boletín de la Academia Nacional de Ciencias 59:5-30. 1989.

VOGEL, S.; MACHADO, I. C.; LOPES, A. V. *Harpochilus neesianus* and other novel cases of chiropterophily in neotropical Acanthaceae. **Taxon** 53 (1): 55: 60. 2004.

WAGHORN, G. C.; MCNABB, W. C. Consequences of plant phenolic compounds for productivity and health of ruminants. **Proceedings of the Nutrition Society**, v. 62, p. 383–392, 2003.

WALKER-LARSEN, J. HARDER, L. D. The evolution of staminodes in angiosperms: patterns of stamen reduction, loss, and functional re-invention. **American Journal of Botany**. 87, n. 10, p. 1367-1384. 2000.

WARDLE, D. A.; YEATES, G. W.; WATSON, R. N.; NICHOLSON, K. S. The detritus food-web and the diversity of soil fauna as indicators of disturbance regimes in agro-ecosystems. **Plant and Soil**, 170: 35-43. 1995.

WASSHAUSEN, D. C. Acanthaceae. In: JANSEN-JACOBS, M. J. (Ed.), Flora of the Guianas, pp.1-141. **Royal Botanic Gardens**, Kew, England. 2006.

WASSHAUSEN, D. C. The systematics of the genus *Pachystachys*. Proc. Biol. **Proceedings of the Biological Society of Washington** 99(1): 160-185. 1986.

WASSHAUSEN, D. C.; HARVEY, Y. B. Acanthaceae In: STANNARD, B. L. (Ed.). Flora of the Pico das Almas, Chapada da Diamantina - Bahia, Brazil. **Royal Botanical Garden**, Kew. p. 112-114. 1995.

WASSHAUSEN, D. C.; WOOD, J. R. I. Acanthaceae of Bolivia. Contributions from the United States. **National Herbarium** 49:1-152. 2004.

WATANABE, C. H.; NOSSE, T. M.; GARCIA, C. A.; PINHEIRO POVH, N. Extração do óleo essencial de menta (*Mentha arvensis* L.) por destilação por arraste a vapor e extração com etanol. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais** 8:76-86. 2006.

WEBB, C. J.; LLOYD, D. G. The avoidance in interference between the presentation of pollen and stigmas in angiosperms, II: Herkogamy. **New Zeal. J. Bot.** 24:163-178. 1986.

WENDLING, B.; JUCKSCH. I; MENDONÇA, E. S; NEVES. J. L. N. Carbono orgânico e estabilidade de agregados de um Latossolo Vermelho sob diferentes manejos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 6, p. 487-494. 2005.

WENK, R. C.; DANIEL, T. F. Molecular Phylogeny of Nelsonioideae (Acanthaceae) and Phylogeography of Elytraria. **Proceedings of the California Academy of Sciences** 60(5): 53-68. 2009.

WERKER, E.; FAHN, A. Secretory hairs of *Inula viscosa* (L.) Ait: development, ultrastructure and secretion. **Botanical Gazette** 142: 461-466. 1981.

WIGGERS, I.; STANGE, C. E. B. **Manual de instruções para coleta, identificação e herborização de material botânico.** Laranjeiras do Sul: Unicentro. 2008.

WILLISON, J. **Educação Ambiental em Jardins Botânicos:** Diretrizes para Desenvolvimento de Estratégias Individuais. 1ª ed. Rio de Janeiro: Rede Brasileira de Jardins Botânicos, 2003.

WILSON, P. G.; O'BRIEN, M. M.; GADEK, P. A.; QUINN, C. J. Myrtaceae revisited: A reassessment of infrafamilial groups. **American Journal of Botany** 88: 2013-2025. 2001.

WILSON, P. G.; O'BRIEN, M. M.; HELSEWOOD, M. M.; QUINN, C. J. Relationships within Myrtaceae sensu lato based on a matK phylogeny. **Plant Systematics and Evolution** 251:3-19. 2005.

WU, Y.; WU, Z. R.; CHEN, P.; YANG, L.; DENG, W. R.; WANG, Y. Q.; LI, H. Y. Effect of the tyrosinase inhibitor *(S)-N-trans*-feruloyloctopamine from garlic skin on tyrosinase gene expression and melanine accumulation in melanoma cells. **Bioorganic & Medicinal ChemistryLetters**, 25(7), 1476-1478. 2015.

YAMAGUCHI, Y.; TAKABASHI, K.; ZMUDZKA, B. Z.; KORNHAUSER, A.; MILLER, S. A.; TADOKORO, T.; BERENS, W.; BEER, J. Z.; HEARING, V. J. Human skin responses to UV radiation: pigment in the upper epidermis protects against DNA damage in the lower epidermis and facilitates apoptosis. **Federation of American Societies for Experimental Biology Journal**, 20(9), 1486-1488. 2006.

YAMAMOTO, J. K.; LANDIM, P. M. B. **Geoestatística:** conceitos e aplicações. São Paulo: Oficina de Textos. 2013.

YANO, O. Briófitas. In: FIDALGO, O.; BONONI, V. L. R. (eds), **Técnicas de coleta, preservação e herborização de material botânico**, pp. 27-30. São Paulo: Instituto de Botânica. 1984.

YANO, O. CÂMARA, P. E. A. S. Briófitas de Manaus, Amazonas, Brasil. **Acta Amazonica** 34(3):445-457. 2004.

YEOMANS, J. C.; BREMNER, J. M. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. **Communications in Soil Science and Plant Analisis** 19: 1467-1476. 1998.

YOON, Y. A.; KIM, H.; LIM, Y.; SHIM, Y. H. Relationships between the larval growth inhibition of *Caenorhabditis elegans* by apigenin derivatives and their structures. **Archives of Pharmacal Research**, v. *29*, p. 582-586, 2006.

YOSHIHARA, E.; MINHO, A. P.; TABACOW, V. B. D.; CARDIM, S. T.; YAMAMURA, M.H. Alterações ultra estruturais da cutícula de *Haemonchus contortus* expostos ao extrato de Acacia mearnsii. **Semina:** Ciências Agrárias, v. 36, n. 6, p. 3763-3768, 2015.

ZAGO, L. M.; GOMES, A. C.; FERREIRA, H. A.; SOARES, N. S.; GONÇALVES, C. A. Fotossíntese: Concepções dos alunos do ensino médio de Itumbiara - GO e Buriti Alegre - GO. **Revista Brasileira de Biociências** 5:780-782. 2007.

ZAIA, F. C.; RODRIGUES, A. C. G.; RODRIGUES, E.F.G. Formas de fósforo no solo sob leguminosas florestais, floresta secundária e pastagem no norte fluminense. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** 32:1191-1197. 2008.

ZARTMAN, C. E. Habitat fragmentation impacts on epiphyllous bryophyte communities in Central Amazonia. **Ecology** 84:948-954. 2003.

ZERINGÓTA, V.; SENRA, T. O. CALMON, F.; MATURANO, R.; FAZA, A. P.; CATUNDA-JUNIOR, F. E.; MONTEIRO, C. M.; CARVALHO, M. G.; DAEMON, E. Repellent activity of eugenol on larvae of *Rhipicephalus microplus* and *Dermacentor nitens* (Acari: Ixodidae). **Parasitology Research** 112:2675-2679. 2013.

ZHU, L.; DAI, J. L.; YANG, L.; QIU, J. *In vitro* ovicidal and larvicidal activity of the essential oil of *Artemisia lancea* against *Haemonchus contortus* (Strongylida).**Veterinary Parasitology**, v. 195, p. 112-117, 2013.

ZOGHBI, M. G. B.; OLIVEIRA, J.; ANDRADE, E. H. A.; TRIGO, J. R.; FONSECA, R. C. M.; ROCHA, A. E. S. Variation in Volatiles of *Ocimum campechianum* Mill and *Ocimum gratissimum* L Cultivated in the North of Brazil. **Journal of Essential Oil Bearing Plants** 10:229-240. 2007.

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Lista das espécies de briófitas do Jardim Botânico da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica – RJ, Brasil, com dados das parcelas onde foram encontradas, tipo de substrato colonizado, domínios e padrões fitogeográficos.....27

Tabela 2 - Comparação entre a diversidade alfa e beta das briófitas nas parcelas estudadas no Jardim Botânico da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica - RJ, Brasil.....30

Tabela 3 - Resultado dos testes histoquímicos nas cavidades secretoras.....36

Tabela 4 - Resultado dos testes histoquímicos nos coléteres.....38

Tabela 5 - Resultado dos testes histoquímicos nos idioblastos.....38

Tabela 6 - Espécies do arboreto no Jardim Botânico da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, campus Seropédica, RJ.....44

Tabela 7 - Estatísticas descritivas das árvores do arboreto no Jardim Botânico da UFRRJ, campus Seropédica, RJ.....48

Tabela 8 - Umidade gravimétrica e densidade do solo em três áreas do Jardim Botânico da UFRRJ, na estação Outono no ano de 2015.....57

Tabela 9 - Temperatura do solo nas áreas de estudo do Jardim Botânico da UFRRJ, nas estações Outono e Primavera no ano de 2015.....57

Tabela 10 - Atributos químicos do solo sob diferentes coberturas vegetaisno Jardim Botânico da UFRRJ.....58

Tabela 11 - Índices ecológicos e riquezas de indivíduos da macrofauna edáfica do Jardim Botânico da UFRRJ, nas estações Outono e Primavera no ano de 2015.....58

Tabela 12 - Teores de areia, silte e argila do solo em superfície (0,0 - 0,10 m) de diferentes áreas de uma topossequência no Jardim Botânico da UFRRJ.....68

Tabela 13 - Atributos químicos do solo da estação do Outono nas profundidades de 0,0 a 0,05 e 0,05 a 0,10 m, em diferentes áreas de uma topossequência no Jardim Botânico da UFRRJ.....69

Tabela 14 - Atributos químicos do solo na estação da Primavera nas profundidades de 0,0 a 0,05 e 0,05 a 0,10 m, em diferentes áreas de uma topossequência no Jardim Botânico da UFRRJ.....69

Tabela 15 - Valores de COT, COp e COam do fracionamento granulométrico da matéria orgânica na estação do Outono nas profundidades de 0,0 - 0,05 e 0,05 - 0,10 m em diferentes áreas de uma topossequência no Jardim Botânico da UFRRJ.....70

Tabela 16 - Valores de COT, COp e COam do fracionamento granulométrico da matéria orgânica

na estação da Primavera nas profundidades de 0,0 - 0,05 e 0,05 - 0,1 m em diferentes áreas de uma topossequência no Jardim Botânico da UFRRJ.....70

Tabela 17 - Valores de C-FAH, C-FAF e C-FHum do fracionamento químico da matéria orgânica na estação do Outono nas profundidades de 0,0 - 0,05 e 0,05 - 0,1 m em diferentes áreas de uma topossequência no Jardim Botânico da UFRRJ.....71

Tabela 18 - Valores de FH, FAV e FAH do fracionamento químico da matéria orgânica na estação da primavera nas profundidades de 0,0 - 0,05 e 0,05 - 0,10 m em diferentes áreas de uma topossequência no Jardim Botânico da UFRRJ.....71

Tabela 19 - Classificação da fauna de acordo com a funcionalidade.....77

Tabela 20 - Número de indivíduos, índices ecológicos e riquezas média e total da fauna epígea da serapilheira de espécies arbóreas do Jardim Botânico da UFRRJ.....78

Tabela 21 - Atributos morfológicos dos solos do Jardim Botânico da UFRRJ.....87

Tabela 22 - Atributos físicos dos solos de uma topossequência no Jardim Botânico da UFRRJ.....87

Tabela 23 - Atributos químicos dos solos de uma topossequência no Jardim Botânico da UFRRJ.....88

Tabela 24 - Teores de areia, silte e argila dos solos das três áreas avaliadas no Jardim Botânico da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro sob a influência de espécies arbóreas e diferentes espécies da família Poaceae.....108

Tabela 25 - Atributos químicos de um Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico sob influência de uma espécie arbórea (*Mangifera indica*) e diferentes espécies da família Poaceae – Área 1.....108

Tabela 26 - Atributos químicos de um Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico, sob influência de diferentes espécies arbóreas e espécies da família Poaceae – Área 2.....109

Tabela 27 - Atributos químicos de um Planossolo Háplico Distrófico típico sob influência de diferentes espécies arbóreas e espécies da família Poaceae – Área 3.....109

Tabela 28 - Atributos físicos de três solos sob a influência de espécies arbóreas e diferentes espécies da família Poaceae.....110

Tabela 29 - Valores da constante de decomposição (k) e do tempo de meia-vida ($t^{1/2}$) do folhedo de Pau-brasil (*Paubrasilia echinata*), Ingá-ferradura (*Inga sessilis*), Sapucaia (*Lecytis pisonis*) e Camboatá (*Cupania oblongifolia*).....116

Tabela 30 - Percentagem da liberação de nutrientes do folhedo de pau-brasil (*Paubrasilia echinata*), Ingá-ferradura (*Inga sessilis*), Sapucaia (*Lecytis pisonis*) e Camboatá (*Cupania oblongifolia*).....117

Tabela 31 - Caracterização da fertilidade e textura do solo nas áreas de copa de

pau-brasil (*Paubrasilia echinata*), Ingá-ferradura (*Inga Sessilis*), Sapucaia (*Lecytis Pisonis*) e Camboatá (*Cupania oblongifolia*) na profundidade de 0-5 cm.....117

Tabela 32 - Dados comparativos (média) sobre o número de flores por inflorescência (n=20), tamanho das flores e de estruturas florais (mm) de *D. wallichii* e *D. natalensis* no Jardim Botânico da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil (n = 30)..... 124

Tabela 33 -Visitantes florais de "astrapeia" no Jardim Botânico da UFRRJ, Seropédica-RJ.....126

Tabela 34 - Espécies de Acanthaceae do Jardim Botânico da UFRRJ, atributos reprodutivos e síndrome de polinização associada.....136

Tabela 35 - Viabilidade polínica em *Pachsytachys spicata* (Ruiz & Pav.) Wassh. e em *Sanchezia oblonga* Ruiz & Pav. no Jardim Botânico da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (JB/ UFRRJ).....137

Tabela 36 - Visitantes florais, tipo de visita, número de visitas e número de espécies visitantes (NV) de *Pachsytachys spicata* (Ruiz & Pav.) Wassh. no Jardim Botânico da UFRRJ.....137

Tabela 37 - Visitantes florais, tipo de visita, número de visitas e número de espécies visitantes (NV) de *Sanchezia oblonga* Ruiz & Pav. no Jardim Botânico da UFRRJ.....137

Tabela 38 - Metabólitos secundários de plantas e mecanismo de ação anti-helmíntica.....144

Tabela 39 - Plantas, forma de uso, concentração, período de utilização, princípio ativo, animal e efeito de tratamento in vivo.....145

Tabela 40 - Plantas medicinais utilizadas em teste in vitro contra helmintos de ruminantes.....149

Tabela 41- Famílias e espécies botânicas com propriedades medicinais localizadas no Jardim Botânico da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, suas utilizações e indicações terapêuticas.....156

Tabela 42 - Percentual de inibição das frações obtidas por partição líquido-líquido do extrato hidrometanólico de *Psychotria nuda*.....167

Tabela 43 - % de inibição da fração aquosa obtida por partição líquido-líquido do extrato hidrometanólico de *Psychotria nuda*.....168

Tabela 44 - Percentual de inibição das frações PNFAq 6 a 11 obtida da coluna cromatográfica da fração aquosa de *Psychotria nuda*.....168

Tabela 45 - Valores respectivos de cada carbono do açúcar α-D-glicose pela análise em RMN C^{13} da amostra PNFAq 9/1 (DUQUESNOY et al. 2008).....170

Tabela 46 - Valores respectivos de cada carbono do açúcar b-D-glicose pela análise em RMN C13 da amostra PNFAq 9/1 (DUQUESNOY et al. 2008).....170

Tabela 47 - Valores respectivos de cada carbono do açúcar β-D-altrofuranose pela análise em

RMN C^{13} da amostra PNFAq 9/1 (TAKO et al. 2013).....171

Tabela 48 - Percentual médio de mortalidade de larvas de *R. (B.) microplus*, no teste in vitro de papel impregnado para larvas, com diferentes concentrações de óleo essencial de C. verbenacea.....178

Tabela 49 - Valores médios dos parâmetros reprodutivos de fêmeas de *R. (B.) microplus*, no teste in vitro de imersão das fêmeas totalmente ingurgitadas, quando expostas a diferentes concentrações do óleo essencial de *C. citratus*.....179

Tabela 50 - Percentual médio de mortalidade de larvas de R. (B.) microplus, no teste in vitro de papel impregnado para larvas, quando expostas a diferentes concentrações do óleo essencial de *C. citratus*.....179

Tabela 51 - Valores médios dos parâmetros reprodutivos de fêmeas de R. (B.) microplus, no teste in vitro de imersão das fêmeas totalmente ingurgitadas, tratadas com diferentes concentrações do óleo essencial de F. foetida.....180

Tabela 52 - Valores médios dos parâmetros reprodutivos de fêmeas de *R. (B.) microplus*, no teste in vitro de imersão das fêmeas totalmente ingurgitadas, quando expostas a diferentes concentrações do óleo essencial de M. arvensis.....181

Tabela 53 - Percentual médio de mortalidade de larvas de *R. (B.) microplus*, no teste in vitro de papel impregnado para larvas, com diferentes concentrações de óleo essencial de *M. arvensis*.....181

Tabela 54 - Percentual médio de mortalidade de larvas de *R. (B.) microplus*, no teste in vitro de papel impregnado para larvas, com diferentes concentrações de óleo essencial de *O. gratissimum*.....182

Tabela 55 - Valores médios dos parâmetros reprodutivos de fêmeas de *R. (B.) microplus*, no teste in vitro de imersão das fêmeas totalmente ingurgitadas, quando expostas a diferentes concentrações do óleo essencial da folha de *S. terebinthifolius*.....182

Tabela 56 - Valores médios dos parâmetros reprodutivos de fêmeas de *R. (B.) microplus*, no teste in vitro de imersão das fêmeas totalmente ingurgitadas, quando expostas a diferentes concentrações do óleo essencial da semente de *S. terebinthifolius*.....182

Tabela 57 - Valores médios dos parâmetros reprodutivos de fêmeas de *R. (B.) microplus*, no teste in vitro de imersão das fêmeas totalmente ingurgitadas, quando expostas a diferentes concentrações do óleo essencial da casca de *S. terebinthifolius*.....183

Tabela 58 - Plantas alimentícias não convencionais encontradas no Jardim Botânico da UFRRJ.....189

Tabela 59 - Relação das trilhas e suas respectivas características.....198

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1- Imagem de satélite extraída do Software Google Earth e localização do Jardim Botânico da UFRRJ dentro da Região Hidrográfica II – Guandu (Seropédica/RJ) e do Bioma Mata atlântica.....15

Figura 2 - Média da temperatura máxima, média e mínima ao longo dos meses aferida na estação meteorológica de do município de Seropédica (Ecologia Agrícola – Código da Estação: 83741 - INMET, 2020) para série histórica do período entre 1961 e 1990.....16

Figura 3: Média da insolação e da precipitação ao longo dos meses aferida na estação meteorológica de do município de Seropédica (Ecologia Agrícola – Código da Estação: 83741 - INMET, 2020) para série histórica do período entre 1961 e 1990 16

Figura 4 - Vista por satélite do Jardim Botânico da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica – RJ, Brasil. Em laranja: área do JB/ UFRRJ; I-V: parcelas estudadas; E: entrada; S: sede; L: lago; R: rosa-dos-vent os.....22

Figura 5 - Fisionomia das parcelas analisadas no Jardim Botânico da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica - RJ, Brasil. A: Parcela I (22°45'54.2"S e 43°41'31.1"O); B: Parcela II (22°45'57.3"S e 43°41'34"O); C: Parcela III (22°45'54.3"S e 43°41'33.7"O); D: Parcela IV (22°45'54.9"S e 43°41'34.5"O); E: Parcela V (22º45'59.3"S e 43º41'37.5"O).....22

Figura 6 - Táxons de briófitas mais abundantes no Jardim Botânico da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica - RJ, Brasil (Figuras C-F, O-P e S-T), e os mais comuns em floras urbanas no Brasil, segundo Carmo et al. (2015) (Figuras A-B e G-T). A-B: *Bruym argenteum*; C-D: *Cololejeunea minutissima* subsp. myriocarpa; E-F: *Erpodium glaziovii*; G-H: *Fabronia ciliaris* var. polycarpa; I-J: Frullania ericoides; K-L: Hyophila involuta; M-N: *Isopterygium tenerum*; O-P: *Lejeunea flava*; Q-R: *Octoblepharum albidum*; S-T: *Sematophyllum subpinnatum*. Figuras A, C, E, G, I, K, M, O, Q e S: aumento de 100x no microscópio óptico; Figuras B, D, F, H, J, L, N, P, R e T: retiradas com diferentes aumentos em estereomicroscópio óptico.....24

Figura 7 - Número de amostras por espécies de hepáticas (barras laranjas) e musgos (barras verdes) coletados no Jardim Botânico da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica - RJ, Brasil.....25

Figura 8 - Substratos colonizados pelas briófitas no Jardim Botânico da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica - RJ, Brasil.....25

Figura 9 - Número de espécies de briófitas compartilhadas pelas parcelas e coleta aleatória no Jardim Botânico da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica - RJ, Brasil. Interseções que não apresentavam espécies compartilhadas estão sem numeração.....29

Figura 10 - Biplot do diagrama de ordenação da Análise de Correspondência

realizada entre as parcelas inventariadas no Jardim Botânico da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica - RJ, Brasil. Em verde, as parcelas de I a V. Os nomes representam as espécies de briófitas encontradas e compartilhadas entre as parcelas.....29

Figura 11 - Curva do Coletor, indicando o número de espécies de briófitas acumuladas a cada parcela inventariada no Jardim Botânico da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica - RJ, Brasil, e também na amostragem aleatória.....30

Figura 12 - Vista por satélite do Jardim Botânico da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica - RJ, Brasil, com destaque em amarelo para as similaridades florísticas entre as parcelas, através do coeficiente de Jaccard. I-V: parcelas inventariadas.....30

Figura 13 - Domínios fitogeográficos das espécies de briófitas encontradas no Jardim Botânico da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica - RJ, Brasil.....31

Figura 14 - Tipos de padrões fitogeográficos das espécies de briófitas encontradas no Jardim Botânico da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica - RJ, Brasil.....31

Figura 15 - Desenvolvimento das cavidades secretoras. A e D - *Psidium guajava*; B e C - *Plinia peruviana*; E a G - *Eugenia uniflora*; ba - bainha; ep - epitélio; lu - lu me.....36

Figura 16 - Coléteres em secção longitudinal. A - Primórdios de um coléter (seta amarela) em *Eugenia uniflora*; B - Localização dos coléteres (setas amarelas) em *Eugenia uniflora*. C - Coléter (seta amarela) protegendo o meristema floral (mf) em *Psidium guajava*; D - Detalhes do espaçamento intercelular (seta verde) acumulando secreção mucilaginosa. mf - meristema floral.....37

Figura 17 - Número de espécies por famílias botânicas do Jardim Botânico da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, campus Seropédica, RJ 47

Figura 18 - Distribuição diamétrica (a) e da altura (b) dos indivíduos do Jardim Botânico da UFRRJ, campus Seropédica, RJ.....47

Figura 19 - Estoque médio, por árvore, em volume (a) e carbono (b) do arboreto no Jardim Botânico da UFRRJ, campus Seropédica, RJ..... 48

Figura 20 - Projeção das copas (a), área útil das árvores (b) e espacialização do carbono (c) estocado no arboreto no Jardim Botânico da UFRRJ, campus Seropédica, RJ.....49

Figura 21 - Imagem de satélite do Jardim Botânico da UFRRJ, com destaque as áreas de coleta.....54

Figura 22 - Área 1.....54

Figura 23 - Área 2.....54

Figura 24 - Área 3.....55

Figura 25 - Gabarito com dimensões de 25x25 cm.....55

Figura 26 - Amostra coletada na profundidade de 0 a 10 cm.....55

Figura 27 - Coleta da macrofauna da serapilheira.....56

Figura 28 - Textura das áreas de estudo no Jardim Botânico daUFRRJ.....57

Figura 29 - Distribuição da frequência de indivíduos da macrofauna edáfica do Jardim Botânico da UFRRJ, no Outono do ano de 2015. Outros: Auchenorrycha, Blattodea, Diplopoda, Diplura, Heteroptera, Hymenoptera, L. de Diptera, Sternorrhyncha.....59

Figura 30 - Distribuição da frequência de indivíduos da macrofauna edáfica do Jardim Botânico da UFRRJ, na Primavera do ano de 2015. Outros: Archaeognatha, Casulo de minhoca, Dermaptera, Diptera, Diplopoda, Entomobryomorpha, L. de Diptera, L. de Formicidae, Scorpionida, Thysanoptera.....60

Figura 31 - Análise de correspondência canônica da macrofauna e os atributos químicos do solo do Jardim Botânico UFRRJ no Outono de 2015.....60

Figura 32 - Análise de correspondência canônica da macrofauna e os atributos químicos do solo do Jardim Botânico UFRRJ na Primavera de 2015.....61

Figura 33 - Imagem de satélite do Jardim Botânico da UFRRJ, com destaque para as áreas de coleta.....66

Figura 34 - Precipitação total e temperatura média durante os períodos de estudo.....76

Figura 35 - Modelo utilizado para instalação das armadilhas tipo “pitfall” representado pelas numerações um a cinco sob as copas das espécies arbóreas estudadas.....77

Figura 36 - Número total de indivíduos sobre diferentes coberturas vegetais coletados nas estações.....78

Figura 37 - Frequência relativa (%) dos grupos da fauna epígea com maior atividade (ind arm-1 dia^{-1}) no outono de 2015.....79

Figura 38 - Frequência relativa (%) dos grupos da fauna epígea com maior atividade (ind arm-1 dia^{-1}) na primavera de 2015.....79

Figura 39 - Percentagem dos grupos funcionais da fauna epígea nas diferentes áreas amostradas

no outono de 2015.....80

Figura 40 - Percentagem dos grupos funcionais da fauna epígea nas diferentes áreas amostradas na primavera de 2015.....81

Figura 41 - Horizontes e camadas mais comumente encontradas nos perfis de solo. Argissolo Vermelho-Amarelo.....85

Figura 42 - Horizontes e camadas mais comumente encontradas nos perfis de solo. Planossolo Háplico.....85

Figura 43 - Horizontes e camadas mais comumente encontradas nos perfis de solo. Gleissolo Háplico.....86

Figura 44 - Perfil de Argissolo Vermelho-Amarelo localizados no terço superior da encosta, no Jardim Botânico da UFRRJ.....89

Figura 45 - Perfil de Argissolo Amarelo localizados no terço médio da encosta no Jardim Botânico da UFRRJ.....89

Figura 46 - Perfil de Planossolo Háplico localizados no terço inferior da encosta, no Jardim Botânico da UFRRJ.....90

Figura 47 - Procedimento de coleta. A) Coleta da serapilheira. B) Coleta na parte arbórea. C) Folhas devidamente armazenadas. D) Avaliação dos tons com o emprego do Color Chart For Plant Tissues (MUNSELL, 2011).....94

Figura 48 - Variação dos tons de cores de *B. brasiliensis* (Pau-rei) baseado no Color Chart For Plant Tissues (MUNSELL, 2011). A) 5R 3/4 B) 10R 5/4 C) 5GY 4/4 D) 7,5GY 5/6 E) 7,5GY 3/4 F) 2,5Y 7/8.....95

Figura 49 - Variação dos tons de cores de *C. spruceanum* (Pau-mulato) baseado no Color Chart For Plant Tissues (MUNSELL, 2011). A) 10R 3/4 B) 7,5GY 4/4 C) 5GY 5/6 D) 2,5Y 6/8.....96

Figura 50 - Variação dos tons de cores de *C. estrellensis* (Jequitibá-branco) baseado no Color Chart For Plant Tissues (MUNSELL, 2011). A) 5GY 6/8 B) 7,5GY 3/4 C) 7,5GY 4/4.....96

Figura 51 - Variação dos tons de cores de *C. pseudoglaziovii* (Canela) baseado no Color Chart For Plant Tissues (MUNSELL, 2011). A) 2R 5/8 B) 7,5GY 5/8 C) 7,5GY 3/4 D) 2,5GY 7/6 E) 2,5Y 8/10.....97

Figura 52 - Variação dos tons de cores de C. oblongifolia (Camboatá) baseado Color Chart For Plant Tissues (MUNSELL, 2011). A) 5GY 4/4 B) 5GY 6/6 C) 5GY 6/8.....97

Figura 53 - Variação dos tons de cores de E. pulchrum (Arco de Pipa) baseado no Color Chart For Plant Tissues (MUNSELL, 2011). A) 7,5GY 3/2 B) 7,5GY 4/6.....98

Figura 54 - Variação dos tons de cores de G. guidonia (Carrapeta) baseado Color Chart For Plant Tissues (MUNSELL, 2011). A) 2,5GY 6/10 B) 5Y 7/10 C) 7,5GY 4/4 D) 5GY 5/6.....98

Figura 55 - Variação dos tons de cores de H. impetiginosus (Ipê-rosa) baseado no Color Chart For Plant Tissues (MUNSELL, 2011). A) 7,5GY 4/4 B) 7,5GY 3/4 C) 2,5GY 6/6 D) 5Y6/8. 99

Figura 56 - Variação dos tons de cores de H. brasiliensis (Seringueira) baseado no Color Chart For Plant Tissues (MUNSELL, 2011). A) 10R 3/4 B) 5GY 6/6 C) 7,5GY 4/4 D) 7,5GY 3/4. 99

Figura 57 - Variação dos tons de cores de I. laurina (Ingá) baseado no Color Chart For Plant Tissues (MUNSELL, 2011). A) 5Y 5/4 B) 7,5GY 4/4 C) 5Y 7/8.....100

Figura 58 - Variação dos tons de cores de L. pisonis (Sapucaia) baseado no Color Chart For Plant Tissues (MUNSELL, 2011). A) 7,5GY 3/4 B) 7,5GY 6/8 C) 2,5Y 7/10.....100

Figura 59 - Variação dos tons de cores de M. rufula (Maçaranduba) baseado Color no Chart For Plant Tissues (MUNSELL, 2011). A) 7,5GY 5/6 B) 5Y 8/8.....101

Figura 60 - Variação dos tons de cores de P. echinata (Pau-brasil) baseado no Color Chart For Plant Tissues (MUNSELL, 2011). A) 7,5GY 3/4 B) 7,5GY 3/2 C) 5Y 6/8.....101

Figura 61 - Variação dos tons de cores de S. jambolanum (Jambo) baseado no Color Chart For Plant Tissues (MUNSELL, 2011). A) 5GY 6/6 B) 5GY 5/6 C) 5GY 4/6 D) 5GY 4/4 E) 2,5Y 7/8.....102

Figura 62 - Variação dos tons de cores de T. granulosa (Quaresmeira) baseado no Color Chart For Plant Tissues (MUNSELL, 2011). A) 7,5GY 5/8 B) 7,5GY 4/6 C) 2,5GY 6/8 D) 2,5Y 6/8 E) 2,5YR 5/4.....102

Figura 63 - Estoque de carbono no solo e percentuais de diferenças entre o solo sob influência das espécies arbóreas e espécies da família Poaceae. Área 1: Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico; Área 2: Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico; Área 3: Planossolo Háplico Distrófico típico.....109

Figura 64 - Dados climáticos (precipitação e temperatura média) referente ao município de Seropédica, Rio de Janeiro, no período de 16 de maio a 14 de agosto de 2014.....114

Figura 65 - Massa remanescente do folhedo de Pau-brasil (Paubrasilia echinata), Ingá-ferradura (Inga sessilis), Sapucaia (Lecytis pisonis) e Camboatá (Cupania oblongifolia) aolongodotempo.....116

Figura 66 - Teores de fósforo, nitrogênio e potássio do folhedo de Pau-brasil (Paubrasilia echinata), Ingá-ferradura (Inga sessilis), Sapucaia (Lecytis pisonis) e Camboatá (Cupania oblongifolia) ao longo do tempo.....117

Figura 67 - Período de floração e frutificação durante 30 meses de observação (Maio/2010 a Outubro/2012) de "astrapeia" no Jardim Botânico da UFRRJ, Seropédica-RJ. Os símbolos indicam floração na primeira linha e frutificação na segunda linha para D. wallichii e D. natalensis sequencialmente.....122

Figura 68 - A. Inflorescência, flor e detalhe das flores de “astrapeia” no Jardim Botânico da UFRRJ, Seropédica-RJ.....123

Figura 69 - Ramo, mostrando a inflorescência de “astrapeia”.....123

Figura 70 - Fruto: a. Dombeya wallichii; b. Dombeya natalensis.....124

Figura 71 - Curva de crescimento dos frutos das espécies estudadas, resultantes de polinização natural no Jardim Botânico da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil.....125

Figura 72 - “Astrapeia” no Jardim Botânico da UFRRJ, Seropédica-RJ: A e B - Apis mellifera, C - Trigona spinipes; D - abelha sp. 1; E e H - besouros.....127

Figura 73 - Borboletas visitantes florais de “Astrapeia” no Jardim Botânico da UFRRJ, Seropédica-RJ. A. Siproeta stelenes meridionalis; B. Calycopsis lerbela; C. Eueides isabella dianasa; D. Isanthrene sp.; E. Hylephila sp.; F. Nessaea obrinus ; G. Urbanus dorantes; H. Plebeus sp.....128

Figura 74 - Acanthaceae do Jardim Botânico da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro: A-B) Justicia gendarussa Burm. f.; C) Odontonema dissitiflorum (Nees) Kuntze; D) Pachsytachys spicata (Ruiz & Pav.) Wassh.; E) Ruellia blechum L.; F) Pachsytachys lutea Nees. 133

Figura 75 - Acanthaceae do Jardim Botânico da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (JB/UFRRJ): A) Sanchezia oblonga Ruiz & Pav.; B) Thunbergia erecta (Benth.) T. Anderson; C) T. grandiflora Roxb.; D-E) T. fragrans Roxb.....134

Figura 76 - Indivíduos de Acanthaceae com botões florais ensacados para realização de testes reprodutivos no Jardim Botânico da UFRRJ: A) Pachsytachys spicata (Ruiz & Pav.) Wassh.; B) Sanchezia oblonga Ruiz & Pav.....135

Figura 77 - Visitantes em flores de Acanthaceae no Jardim Botânico da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (JB/UFRRJ): A) Pachsytachys spicata e beija-flor; B-C) Sanchezia oblonga e beija-flor; D-E) Justicia gendarussa e mariposa; F) Thunbergia fragrans Roxb. e mariposa.....138

Figura 78 - Principais fatores que podem influenciar o acúmulo de metabólitos secundários em planta.....143

Figura 79 - Organograma apresentando as principais etapas do processo preparatório para a obtenção de único grupo de fitoquímico de acordo com a polaridade.....147

Figura 80 - Teste de eclosão de ovos de Haemochus contortus (parasitas de ruminantes) expostos a extratos de sementes de Moringa oleifera após 72 h, mostrando um ovo que (a) permaneceu morulado (ampliação 40 ×), (b) falha na eclosão da larva (ampliação 40x) e (c) L1 livre (ampliação 10 ×). Escala de barra = 50 mm.....148

Figura 81 - Imagem de microscópio de varredura eletrônica apresentando a estrutura externa de Haemonchus contortus após exposição à solução salina (C) e após exposição ao extrato de

Acacia mearnsii (T) no teste de atividade anti-helmíntica. C_{1A} e C_{2A}: cutícula normal (controle). T_{1A}: Observe a área danificada na cutícula com um aumento do volume, devido à pressão interna que distorceu as estrias cuticulares, causando extravasamento da matéria interna (tratado com extrato de A. mearnsii). T_{2A}: superfície do corpo parasita mostrando rugas transversais (tratamento com extrato de A. mearnsii).....149

Figura 82 - Coleção de plantas medicinais do Jardim Botânico da UFRRJ (A); Área de 700 m² implantada e juntamente, a coleção de plantas medicinais (B). Estas áreas unidas tornaram-se um único acervo.....154

Figura 83 - Número de espécies de plantas medicinais por família botânica existentes na área de coleção do Jardim Botânico da UFRRJ.....155

Figura 84 - Resíduo protéico da fenoloxidase tirosinase.....164

Figura 85 - Fórmulas estruturais dos principais inibidores orgânicos da enzima tirosinase.....165

Figura 86 - Flor e fruto de Psychotria nuda.....165

Figura 87 - Estrutura química do alcalóide estrictosamida.....166

Figura 88 - Gráfico da cinética referente a reação de oxidação da L-Dopa pela enzima tirosinase para formação de dopaquinona, na ausência e presença da fração aquosa obtida do extrato hidrometanólico de Psychotria nuda em diferentes concentrações 168

Figura 89 - Gráfico de % inibição de PNFAq 9 em diferentes concentrações frente a enzima tirosinase.....169

Figura 90 - Espectro de DEPTQ (125 MHz, metanol-d_6) da fração PNFAq 9/1.....170

Figura 91 - Estrutura química dos glicosídeos α-e β-D-glicose.....171

Figura 92 - Estrutura do furanosídeo β-D-altrofuranose.....171

Figura 93 - Número de espécies de PANCs por família em levantamento realizado no Jardim Botânico UFRRJ, Seropédica-RJ.....188

Figura 94 - Representatividade específica das PANCs em relação ao hábito em levantamento realizado no Jardim Botânico UFRRJ, Seropédica-RJ.....190

Figura 95 - Representatividade específica das PANCs em relação à origem (nativa e exótica) em levantamento realizado no Jardim Botânico UFRRJ, Seropédica-RJ.....191

Figura 96 - Classes de Uso das PANCs observadas no levantamento realizado no Jardim Botânico UFRRJ, Seropédica-RJ.....191

Figura 97 - Representatividade específica das PANCs em relação às partes de uso para alimentação. Levantamento realizado no Jardim Botânico UFRRJ, Seropédica-RJ.....192

Figura 98 - Registro e percurso das trilhas A (1); B (2, 3); C (4); D (5, 6) e E (7, 8).....197

Este livro é uma publicação da Edur/UFRRJ
Publicado em 2022

Fonte: Garamond Premier Pro, 15 pt - Regular